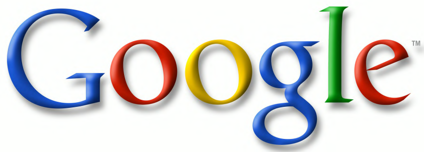
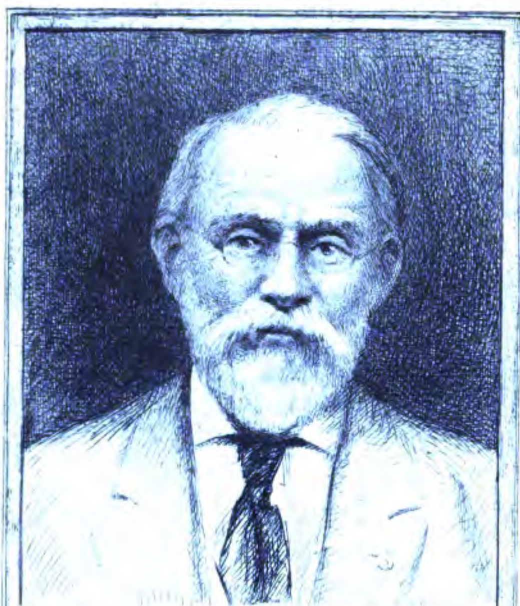






MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ ROYALE

DES SCIENCES,

DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS,

DE LILLE.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ ROYALE

DES SCIENCES,

DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS,

DE LILLE.

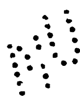
ANNÉE 1845.



LILLE,

IMPRIMERIE DE L. DANEL.

1845.



SCIENCES PHYSIQUES ET MATHÉMATIQUES.

MÉMOIRE

SUR

UN NOUVEAU MODE DE CONSTRUCTION DE LA VIS D'ARCHIMÈDE,

Par M. E.-N. DAVAINE, Ingénieur en chef des ponts-et-chaussées,
Membre résidant.

INTRODUCTION.

Définition de la vis d'Archimède.

La vis d'Archimède est une machine à élever l'eau et qui inversement peut servir de moteur hydraulique.

Elle diffère de la vis commune, en ce qu'au lieu d'être formée de filets saillants, emboîtés dans un écrou solide, elle se compose de spires creuses, qui peuvent retenir chacune une certaine quantité d'eau, quand l'axe de l'appareil est convenablement incliné à l'horizon.

Mise en communication, à une de ses extrémités, avec un bassin alimentaire, à chaque révolution qu'elle fait sur son axe, elle y prend une charge d'eau, qui, se trouvant emprisonnée, chemine, comme un écrou, parallèlement à l'axe, parcourant la longueur d'un pas, quand la vis fait un tour, jusqu'à ce qu'elle atteigne l'extrémité opposée et s'y décharge.

On connaît trois espèces de vis d'Archimède :

1.° Celle que l'on trouve dans tous les cabinets de physique, et qui est formée d'un tuyau contourné en hélice ; l'air et l'eau s'y disputent l'espace ; elle est inapplicable.

2.° Celle dont on se sert communément pour les épuisements à bras d'homme; elle est construite en bois et formée de deux cylindres concentriques, entre lesquels rampent, en hélices, une ou plusieurs cloisons, dont les éléments rectilignes sont normaux à l'axe de l'appareil.

Le cylindre le plus petit est le *noyau*, le plus gros l'*enveloppe*, et la cloison est le *filet* de la vis; ils forment les parois des spires dans lesquelles l'eau est retenue.

3.° La troisième ne diffère de la précédente qu'en ce que le filet, au lieu d'être adhérent à l'enveloppe, peut tourner indépendamment de celle-ci, qui reste fixe et dont la partie supérieure est généralement supprimée. Cette vis s'appelle vis hollandaise. Les tourillons sont déchargés d'une partie de son poids; l'air circule librement entre les filets; mais ceux-ci frottent contre l'enveloppe et laissent échapper l'eau suivant la ligne de contact. On adopte la vis hollandaise lorsque l'on a pour moteurs des machines puissantes, soit que la vis ordinaire soit alors trop pesante, soit que, l'air n'y circulant pas toujours librement, l'eau retombe en cascades de spire en spire et trouble complétement le jeu de la machine.

Mérite de cet appareil.

La vis est un des appareils hydrauliques, qui donnent le plus d'effet utile; bien faite, elle prend, transporte et dépose l'eau sans secousse et presque sans vitesse; elle n'a de frottements que ceux, toujours faibles, de ses tourillons et de l'eau contre ses parois; enfin, lorsqu'elle porte son enveloppe, elle peut, elle doit être exempte de coulage.

Sa construction est donc un intéressant sujet d'étude, et la vis ordinaire offre encore, il faut en convenir, une bien grande marge au perfectionnement.

Difficultés d'exécution

En effet l'exécution n'en est pas sans quelque difficulté, le filet, compris entre deux surfaces gauches, ne peut guère être fait qu'en bois; il faut beaucoup de temps pour en fabriquer et en assembler les éléments; le travail exige des ouvriers exer-

cés ; on ne peut pas aisément en estimer le prix d'avance. Ces défauts ne sont pas les seuls : par les alternatives de sécheresse et d'humidité, auxquelles les vis sont ordinairement exposées, elles se disjoignent, elles perdent l'eau et deviennent flexibles : la torsion les détruit, et consomme en pure perte la force motrice. D'ailleurs, lorsqu'on applique aux épuisements des moteurs inanimés, il faut connaître d'avance toutes les conditions de l'appareil hydraulique ; si c'est une vis, son produit sous une vitesse donnée. Or, comment déterminer les conditions de l'établissement d'une vis telle que l'on en obtienne un effet donné ? Comment estimer son poids, sa charge, le frottement qu'ils occasionnent ? Aucun auteur ne paraît avoir sérieusement abordé cette question, qui pourtant est d'un grand intérêt. Le constructeur n'éprouve pas moins d'embarras pour arrêter rationnellement les principales dispositions de l'appareil, comme son inclinaison, son pas, le nombre de ses filets, le diamètre du noyau, celui de l'enveloppe. Il suffit de jeter un coup-d'œil sur les règles généralement suivies, pour reconnaître qu'elles sont dues à un empirisme étroit et peu éclairé.

Règles actuellement suivies.

Le plus ancien auteur, qui ait traité de la vis d'Archimède, est Vitruve ; il fixe un rapport entre le diamètre du noyau et celui de l'enveloppe, entre celui-ci et la longueur de la vis ; il donne le pas et l'inclinaison de l'appareil, et laisse beaucoup de latitude sur le nombre des filets, qu'il permet de porter jusqu'à huit.

Évidemment, ces règles ne se rapportent qu'à un cas particulier, et cela est si vrai, que, pour avoir omis d'indiquer à quelle échelle sa vis devait être construite, Vitruve a privé les modernes des utiles applications qu'ils pouvaient en faire. L'auteur a eu d'ailleurs l'inadvertance ou la sagesse de ne pas s'expliquer sur la forme à donner au filet, de telle sorte qu'il n'est pas sûr, ainsi qu'on le verra plus tard, que la vis des anciens n'ait été de beaucoup plus parfaite que les nôtres, ni qu'elle n'en ait eu les défauts.

Les modernes ont été plus explicites. Ils ont donné, pour la

génération du filet, celle que nous avons indiquée ci-dessus, et, partant de cette base, qu'ils ont généralement considérée comme invariable, ils ont déterminé, par expérience, le mode de construction le plus avantageux. Ils sont arrivés ainsi à quelques règles dont voici le résumé :

« Dans les vis ordinaires, disent-ils, on a, sur le noyau, trois filets équidistants ; le diamètre intérieur de l'enveloppe varie de 0m 325 à 0m 65 ; celui du noyau en est le tiers, et la longueur de la vis est de douze à dix-huit fois le diamètre, selon qu'il est plus ou moins fort. L'angle sous lequel l'hélice tracée sur le noyau en coupe les génératrices, a subi bien des variations, depuis 45° qu'indique Vitruve, et 54° que prescrivent les Hollandais, jusqu'à 60° et même 78°, dans une vis d'Eytelwein. La vis doit fonctionner sous une inclinaison de 30° à 45°. » On ne dit pas précisément de combien il faut qu'elle plonge dans le bassin inférieur ; on cite à ce sujet des expériences d'Eytelwein, et, pour son produit, on en donne d'autres, presque toujours en omettant quelques unes des conditions essentielles.

Leurs défauts.

Appliquées aux cas de moteurs puissants, ces règles donnent des appareils monstrueux, complètement inexécutables. Est-il besoin de dire combien elles sont irrationnelles? Il semble, en effet, qu'il soit vicieux de donner plus ou moins de trois filets à la vis, et rien n'en indique la raison. On ne sait s'il existe quelque relation utile entre le nombre des filets et le pas, entre le pas et l'inclinaison de la vis, ni quelle est l'influence du diamètre du noyau. On serait porté à croire que ce diamètre et celui de l'enveloppe doivent avoir un rapport constant, tandis que la moindre attention fait apercevoir que le diamètre de l'enveloppe doit être déterminé par la capacité à donner à la vis ; enfin, il semble que la longueur de l'appareil doive dépendre exclusivement de son diamètre, tandis qu'évidemment elle doit dépendre avant tout de la hauteur relative des deux bassins à mettre en communication.

État actuel de la théorie.

De telles règles ne pouvaient satisfaire les mathématiciens ; le problème à résoudre était essentiellement de leur ressort ; mais n'ayant point à construire, ils se sont bornés au cas d'un tube en hélice de section infiniment petite. Ainsi, après avoir ouvert la porte aux perfectionnements, ils se sont abstenus de pénétrer plus profondément dans la question, et leurs travaux ont été jusqu'ici infructueux.

Objet du mémoire.

Nous essaierons de faire dans ce Mémoire une étude plus complète de cette importante machine (*).

(*) NOTA. Le nouveau mode de construction auquel l'auteur est arrivé, fait l'objet d'un brevet d'invention sans garantie du gouvernement.

PREMIÈRE PARTIE.

Choix de la forme et construction de l'appareil.

---

§ 1.er CONSIDÉRATIONS GÉOMÉTRIQUES.

Génération proposée pour la surface du filet.

N.o 1. Si l'on fait rouler, sur un cylindre, un plan, sur lequel soient deux lignes droites normales entre elles, chacune d'elles, tracera sur le cylindre, une hélice à laquelle elle sera tangente, et, dans l'espace, une surface héliçoïdale.

N.o 2. Les deux surfaces ainsi engendrées seront normales l'une à l'autre et au plan roulant, qui les coupera suivant leurs génératrices.

Ces lignes seront, pour chaque surface, la ligne de plus petite courbure, et, si on les limite, d'une part à leur point de contact avec le cylindre, et d'autre part à leur point d'intersection, chacune d'elles sera, pour la surface opposée, le rayon de plus grande courbure, en ce point d'intersection.

N.o 3. Ce rayon de plus grande courbure devenant nul, quand le point d'intersection des droites, se rapprochant du cylindre, le touche, il s'ensuit que la surface héliçoïdale est normale au cylindre, suivant l'hélice de rebroussement, qui la met en contact avec lui.

Elle est développable.

N.o 4. La génératrice de la surface héliçoïdale étant tangente à cette hélice, dont elle parcourt successivement tous les points, en pivotant autour de chacun d'eux, elle peut servir de charnière aux éléments contigus qu'elle décrit, de telle sorte que ces éléments peuvent se rabattre successivement chacun sur le plan de celui qui précède, et que la surface héliçoïdale peut se rabattre sur un plan.

Développement de la surface du filet.

N.° 5. Dans ce mouvement, chaque génératrice de la surface héliçoïdale décrit un segment infiniment petit de surface conique, tangentiellement au cylindre, et son point de contact reste sur la surface du cylindre. L'hélice de rebroussement se rabat donc suivant une courbe, dont le rayon de courbure, en un point donné, est celui de la ligne d'intersection, en ce point, du cylindre, avec le plan tangent à la surface héliçoïdale. Or, ce plan est normal au cylindre, comme nous l'avons vu ci-dessus.

N.° 6. Lors donc que le cylindre est droit et à base circulaire, ce rayon de courbure devient constant, c'est celui d'une ellipse, au sommet du plus petit de ses deux axes normaux.

N.° 7. Soit i l'angle, que fait la génératrice de la surface héliçoïdale avec celle de la surface cylindrique, r le rayon de cette dernière surface; le plus petit axe de l'ellipse étant r, le plus grand sera $\frac{r}{\sin i}$, et le rayon de courbure à l'extrémité du petit axe sera $\frac{r}{\sin^2 i}$; tel sera donc aussi le rayon r_0 de la circonférence suivant laquelle se rabattra l'hélice de rebroussement.

La génératrice de la surface héliçoïdale se rabattra suivant une tangente à cette circonférence.

N.° 8. Dans la génération de la surface héliçoïdale, un point quelconque de la génératrice se meut dans un plan normal à l'axe de la vis, et décrit la développante de la circonférence de rayon r. Il résulte de ce qui précède que cette courbe devient, après le rabattement, la développante de la circonférence de rayon r_0.

N.° 9. Dans la génération de la surface héliçoïdale, un point A, qui se meut sur la génératrice, en restant constamment à la même distance l du point où elle touche la surface cylindrique de rayon r, décrit une hélice de même axe et de même pas que l'arête de rebroussement. La génératrice se projette,

sur un plan normal au cylindre, suivant une tangente à sa base, et sa longueur l y occupe, à partir du point de contact, une longueur égale à $l \sin i$.

Le point A est donc à une distance de l'axe du cylindre, donnée par $\sqrt{l^2 \sin^2 i + r^2}$; c'est le rayon R de la surface cylindrique sur laquelle se trouve l'hélice décrite par le point A.

N.° 10. Dans le rabattement de la surface héliçoïdale, le point A se place à la distance $R_0 = \sqrt{l^2 + r_0{}^2} = \sqrt{l^2 + \frac{r^2}{\sin^4 i}}$ du centre de la circonférence de rayon r_0, sur laquelle se rabat l'arête de rebroussement.

Si donc l'on suppose la surface héliçoïdale limitée à deux hélices dont l'une ait pour rayon r et l'autre $R = \sqrt{l^2 \sin^2 i + r^2}$, elle sera limitée, après son rabattement, à deux circonférences de cercles concentriques ayant l'une pour rayon $r_0 = \frac{r}{\sin^2 i}$, et l'autre $R_0 = \sqrt{l^2 + \frac{r^2}{\sin^4 i}}$, ou, $R_0 = \frac{1}{\sin i}\sqrt{R^2 + r^2 \frac{\cos^2 i}{\sin^2 i}}$.

Pas de l'héliçoïde.

N.° 11. Le pas p de l'hélice de rebroussement a pour expression :

$$p = 2 \pi r \frac{\cos i}{\sin i},$$

$$\text{d'où } r = \frac{p}{2\pi} \quad \frac{\sin i}{\cos i}.$$

Ce pas p est aussi celui de la surface héliçoïdale et des hélices dont elle pourrait être formée.

N.° 12. L'hélice décrite par le point A ayant le même pas que l'hélice de rebroussement, elle coupe les génératrices de la surface cylindrique de rayon R, sous un angle i' tel que l'on a :

$$p = 2 \pi R \frac{\cos i'}{\sin i'},$$

d'où : $2\pi R \dfrac{\cos i'}{\sin i'} = 2\pi r \dfrac{\cos i}{\sin i}$,

et par suite : $\dfrac{\cos i'}{\sin i'} = \dfrac{r}{R} \dfrac{\cos i}{\sin i} = \dfrac{r}{\sqrt{l^2 \sin^2 i + r^2}} \dfrac{\cos i}{\sin i}$.

On en tire encore, (N.° 10), $R_0 = \dfrac{R}{\sin i \sin i'}$.

§ II. Construction de la vis.

Forme de la vis.

N.° 13. Les deux surfaces cylindriques ci-dessus décrites, sont celles du noyau et de l'enveloppe, et la surface héliçoïdale est celle du filet, qu'il convient, pensons-nous, d'adopter pour la vis d'Archimède ; sauf, pour le noyau, les modifications dont il sera parlé ci-après, aux numéros 36, 140 et suivants.

N.° 14. Aux deux bouts de la vis, le filet peut se terminer, soit à des génératrices de la surface héliçoïdale, soit à des développantes de cercle normales à l'axe de la vis.

En substituant la développante à la génératrice, on détache, à la partie supérieure du filet, une portion, qui, reportée à la partie inférieure, le complète exactement ; de telle sorte que la superficie du filet reste la même, soit que l'on adopte pour limites les génératrices ou les développantes. Nous préférons ici les génératrices, attendu qu'elles rendent l'exécution plus facile et que la portion du filet, qui, à la partie inférieure de la vis, est comprise entre la développante et la première des génératrices, qui touchent l'enveloppe, est inutile au jeu de l'appareil.

Vis en métal.

N.° 15. Ces dispositions permettent d'employer à l'exécution du filet, des feuilles métalliques non malléables : si elles sont en tôle, ainsi que le noyau et l'enveloppe, on peut les fixer par des rivets ; si elles sont en zinc, par des soudures. Les joints étant moins flexibles que le reste, il conviendra de les faire, sur chaque filet, suivant les génératrices rectilignes de la surface héliçoïdale. L'enveloppe pourra être formée de rubans rampant en hélices entre les filets, avec lesquels il sera ainsi facile de l'assembler. Il

pourra en être de même du noyau, ou, s'il est d'une seule pièce, on pourra, pour l'assembler, le munir d'onglets en hélices. Le filet pourrait aussi être en fonte et fixé par des boulons, le noyau et l'enveloppe étant en bois ou en fonte, etc.

Les données qui précèdent permettront de trouver méthodiquement la coupe à donner à chaque pièce, pour, qu'après la pose, elle prenne la forme désirée.

Vis en bois. N.° 16. Si l'on préfère exécuter le filet en bois, on peut prendre, pour les joints des éléments, des plans tangents au noyau de la vis; ils sont normaux à la surface héliçoïdale, (N.° 2.) et, si le filet est compris entre deux surfaces héliçoïdales parallèles, les faces des joints deviennent des parallélogrammes, dont le grand côté est une certaine portion l de la génératrice de l'une des surfaces héliçoïdales, et le petit côté une certaine quantité a, qui mesure, suivant la génératrice du noyau, la distance de ces deux surfaces. L'épaisseur du filet est $a \sin i$.

Ces éléments peuvent être assez facilement travaillés dans le fil du bois ; si l'on voulait les construire avec une grande précision, il faudrait observer, qu'outre les deux plans de joints et les deux faces héliçoïdales, ils ont deux autres faces appliquées, l'une sur le noyau, l'autre sur l'enveloppe; que chacune de ces deux dernières a pour arêtes quatre lignes dont deux hélices et deux droites parallèles entre elles, et que celle de ces faces, qui coïncide avec la surface du noyau, étant tangente aux deux plans de joints de l'élément avec les éléments voisins, elle forme avec l'un de ces plans un onglet d'une exécution difficile ; mais la précision est ici sans utilité, comme on le verra plus tard, et l'on peut, à la varlope, pousser les deux plans de joints jusqu'à la rencontre l'un de l'autre, et remplir ensuite contre le noyau, le vide laissé par l'onglet abattu, ou substituer au noyau un prisme dont les facettes coïncident avec les plans de joints. Quant à la face qui touche l'enveloppe, si elle n'est pas très allongée, c'est-à-dire si l'élément n'est pas trop large, il sera

plus commode, dans la pratique, de substituer aux hélices des arcs de cercle. Nous avons vu ci-dessus que ces arcs doivent avoir pour rayon $R_0 = \sqrt{l^2 + \frac{r^2}{\sin^4 i}}$, (N.° 10), et que leur centre doit être sur une normale au plan du joint, menée par son point de contact avec le noyau et à une distance r_0 de ce plan égale à $\frac{r}{\sin^2 i}$, (N.° 7); l'angle que fait cet arc de cercle avec la génératrice de la surface cylindrique de l'enveloppe, ou, si l'on veut, avec le plan de joint, a, comme on l'a vu ci-dessus, (N.° 12), pour cotangente :

$$\frac{r}{\sqrt{l^2 \sin^2 i + r^2}} \cdot \frac{\cos i}{\sin i}.$$

Nous avons dit que le filet de la vis ordinaire était composé d'éléments normaux à l'axe; c'est à ce mode de construction que correspond, pour le nouveau filet, la coupe qui précède. Vitruve nous apprend que les anciens formaient les leurs de brins d'osier contournés en hélices et reliés par de la poix. Un habile ingénieur, M. Frimot, vient de substituer aux brins d'osier, des lattes en noyer, qu'il fixe les unes sur les autres par des pointes de Paris; il conserve d'ailleurs au filet la forme d'une surface gauche engendrée par une ligne droite normale à l'axe de la vis; son filet est très-beau et donne à l'appareil une grande raideur; de plus, les douves de l'enveloppe y étant vissées, on peut en détacher de temps en temps une ou plusieurs pour visiter et réparer l'intérieur de la machine. Ce mode de construction peut fort bien s'appliquer au filet que nous préférons, en plaçant les lattes en retraite les unes sur les autres, suivant le profil de la surface héliçoïdale qu'il affecte.

Si l'on voulait que les lattes fussent superposées, non plus en retraite les unes sur les autres, mais en se recouvrant nor-

malement, ce n'est plus en hélices, qu'il faudrait les courber, mais en développantes de cercles. Si l'on se rappelle la génération indiquée au N.º 1, et que, dans le plan roulant, on appuie contre les deux droites, qui y sont tracées, un rectangle donnant la section d'une latte, il décrira, dans le mouvement du plan, la courbure, qu'il faudrait donner à cette latte, dans l'exécution du filet.

A la partie supérieure de la vis, la première latte serait en fer et elle serait fixée aux armatures du noyau et de l'enveloppe ; elle servirait de guide pour poser les lattes suivantes, car toutes seraient des développantes de cercle égales entre elles, se terminant d'une part au noyau, dans lequel elles pourraient être encastrées et clouées, et aboutissant d'autre part à l'enveloppe, qui pourrait y être vissée.

A la partie inférieure de la vis, les lattes se termineraient à une armature en fer dirigée suivant la génératrice de la surface héliçoïdale du filet, et qu'elles rencontreraient à angles droits.

Les lattes, posées comme il vient d'être dit, seraient de section rectangulaire et courbées diagonalement ou sur leurs arêtes. Si l'on tenait à ce qu'elles fussent courbées à plat, il ne faudrait plus, dans le plan roulant, (N.º 1), leur donner pour section un rectangle, mais bien un parallélogramme dont les petits côtés seraient parallèles à la génératrice de la surface héliçoïdale du filet, et les grands à l'axe de la vis.

Détermination géométrique des éléments nécessaires à la construction d'une vis.

N.º 17. Les expressions algébriques, qui donnent les différents éléments du tracé, n'arrêteront pas les ouvriers; elles peuvent se construire géométriquement avec une grande simplicité.

Soit, dans la figure (2) :

Rectangles, les angles KAE, ABC, ACD, AEF, AH'G, ANM, MAO.

Angle KAF $= i$, angle sous lequel l'hélice de rebroussement coupe les génératrices du noyau.

AH $=$ AH'.

KE parallèle à HB ; MO parallèle à AF.

EL = KE.

AB = r, rayon du noyau de la vis.

AE = $2\pi r$.

AG = l, longueur de l'élément de la surface héliçoïdale.

AG′ = AG.

On aura :

$AC = \frac{r}{\sin i}$.

$AD = \frac{r}{\sin^2 i}$: rayon r_0 de la circonférence suivant laquelle se rabat l'hélice de rebroussement, quand on développe la surface héliçoïdale sur un plan, (N.° 7).

$EF = 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i}$, pas p de la vis, (N.° 11).

AF longueur du joint du filet avec le noyau, (N.° 20).

$HB = \sqrt{r^2 + l^2 \sin^2 i}$, rayon R de l'enveloppe de la vis, (N.° 9).

$KE = \frac{AE}{AB} HB = \frac{2\pi r}{r} R = 2\pi R.$

Angle LFE = i', angle sous lequel la trace du filet coupe les génératrices de l'enveloppe, (N.° 12).

FL longueur du joint du filet avec l'enveloppe, (N.° 25).

$DG' = \sqrt{l^2 + \frac{r^2}{\sin^4 i}}$, rayon R_0 de la circonférence suivant laquelle se rabat l'hélice d'intersection du filet avec l'enveloppe, quand on développe le filet sur un plan, (N.° 10).

Dans le cas d'une vis en bois :

AM étant, suivant la génératrice du noyau, la distance des deux surfaces héliçoïdales du filet.

MN est l'épaisseur du filet.

AO est la distance des deux développantes de cercle, qui limi-

tent la section faite dans le filet, par un plan normal à l'axe de la vis.

N.° 18. Si la vis est en bois, il conviendra de donner au filet une armature en fer à chaque extrémité; la ligne AO donne la largeur de cette armature, quand le filet se termine, suivant une développante de cercle, à un plan normal à l'axe; s'il se termine à une génératrice, l'armature est plus simple, puisqu'elle devient rectiligne; sa largeur est alors égale à MN.

Calcul des principaux éléments de la construction d'une vis.

N.° 19. Pour compléter ces données géométriques, nous ajouterons les suivantes :

Soit L la longueur de l'enveloppe,

n le nombre des spires de la vis,

n_0 le nombre des révolutions que fait le filet après son développement ;

$$\text{on a: } L = np = n\, 2\pi r\, \frac{\cos i}{\sin i},$$

$$\text{et } n = \frac{L}{p} = \frac{L}{2\pi r \frac{\cos i}{\sin i}}.$$

N.° 20. Chaque spire de l'hélice de rebroussement a pour longueur :

$$\frac{p}{\cos i}, \text{ ou, } \frac{2\pi r}{\sin i}, \text{ ou, } 2\pi r_0 \sin i;$$

les n spires qui entrent dans la longueur L de la vis auront donc pour longueur totale :

$$\frac{np}{\cos i} = \frac{L}{\cos i}, \text{ ou, } n\frac{2\pi r}{\sin i}. \text{ ou, } n \sin i\, 2\pi r_0.$$

N.° 21. L'hélice de rayon R a de même pour longueur, par spire :

$$\frac{p}{\cos i'}, \text{ ou, } \frac{2\pi R}{\sin i'}, \text{ ou, } 2\pi R_0 \sin i, \text{ (N.° 12)}.$$

et pour n spires :

$$\frac{np}{\cos i'} = \frac{L}{\sin i'}, \text{ ou, } n\,\frac{2\pi R}{\sin i'}, \text{ ou, } n \sin i \; 2\pi R_0.$$

Toute autre hélice tracée sur la surface héliçoïdale donnant le même résultat, il s'ensuit que l'on a

$$n_0 = n \sin i.$$

N.° 22. A chaque révolution, la surface héliçoïdale ainsi rabattue occupe une superficie de, (N.° 10.),

$$\pi R_0^2 - \pi r_0^2 = \pi\left({}^2 + \frac{r^2}{\sin^4 i}\right) - \pi\,\frac{r^2}{\sin^4 i} = \pi\, l^2.$$

La surface totale du filet sera donc : $n \sin i\, \pi\, l^2$; ou, exprimant l, (N.° 9), en fonction de R, de r et de i, $\frac{n\,\pi\,(R^2 - r^2)}{\sin i}$; d'où il suit que la surface du filet est à sa projection $n\,\pi\,(R^2 - r^2)$, sur un plan normal à l'axe, comme 1 est à sin i. (Voyez note 2.°)

N.° 23. La surface du noyau est :

$$2\pi r L = 2\pi r\, n\, 2\pi r\,\frac{\cos i}{\sin i} = n\,\frac{\cos i}{\sin i}\,(2\pi r)^2.$$

N.° 24. Celle de l'enveloppe :

$$2\pi R L = 2\pi R\, n\, 2\pi r\,\frac{\cos i}{\sin i} = n\,\frac{\cos i}{\sin i}\, 2\pi R\, 2\pi r.$$

N.° 25. Enfin, la portion du filet, que l'on détache en remplaçant, à la partie supérieure, la génératrice par une développante de cercle normale à l'axe, a pour mesure :

$$\frac{(R^2 - r^2)^{\frac{3}{2}}}{6\, r \sin i}$$, (V. note 2.e)

Au moyen de ces formules, on estimera facilement le poids et le prix de la vis.

§ 3. DISCUSSION.

Volume hydrophore

N.° 26. On appelle espace hydrophore, dans la vis d'Archimède, la portion du volume de chaque spire, qui est occupée par l'eau.

Sa division en éléments.

N.° 27. Si l'on imagine une surface cylindrique circulaire, concentrique à la vis et comprise entre le noyau et l'enveloppe, elle donnera, dans l'espace hydrophore, une certaine section; et une série de surfaces concentriques très-rapprochées, divisant en parties d'égale épaisseur, l'espace compris entre le noyau et l'enveloppe, diviseront l'espace hydrophore en éléments compris chacun entre deux sections, de la forme de celle dont il vient d'être parlé. La somme des éléments multipliée par leur épaisseur, c'est-à-dire par la différence des rayons des surfaces cylindriques qui les séparent, sera le volume de l'espace hydrophore.

Le nombre et l'épaisseur des éléments restant les mêmes, l'espace hydrophore sera un maximum quand chaque élément sera devenu un maximum.

N.° 28. Chaque section a pour limites, d'une part, la surface héliçoïdale de la vis, c'est-à-dire une hélice de même pas que la vis, et d'autre part, le niveau de l'eau, c'est-à-dire l'ellipse d'intersection de la surface cylindrique avec un plan horizontal. Or, toutes les hélices, de même pas que la vis, tracées sur la surface cylindrique sécante, sont égales et parallèles. Il en est de même de toutes les ellipses horizontales, si l'inclinaison de la vis reste constante. Donc, cette dernière condition observée,

une modification quelconque, dans la forme de la génératrice du filet de la vis, n'aura d'autre effet, sur chaque élément, que de changer la position relative des deux courbes, qui le limitent, en les faisant mouvoir chacune parallèlement à elle-même.

Inclinaison normale de la vis.

N.° 29. Admettons la génération rappelée au N.° 13; supposons que l'axe de la vis fasse avec l'horizon un angle i égal à celui sous lequel l'hélice de rebroussement coupe les génératrices du noyau.

Volume hydrophore Maximum.

N.° 30. L'un des deux plans verticaux que l'on pourra mener tangentiellement au noyau, coupera normalement la surface héliçoïdale suivant sa génératrice, au point où elle est horizontale, et le plan tangent à la surface héliçoïdale, suivant cette génératrice, sera horizontal : ce plan sera celui du niveau de l'eau dans la spire à laquelle il appartiendra. Toute surface qui le coupera en même temps que la surface héliçoïdale, donnera deux courbes d'intersection tangentes entre elles.

Lors donc que l'axe de la vis fera avec l'horizon le même angle que fait la génératrice du noyau avec l'hélice de rebroussement, les sections obtenues dans l'espace hydrophore par des surfaces cylindriques à bases circulaires concentriques à la vis, auront pour limites une hélice et une ellipse tangentes entre-elles. C'est le caractère du maximum.

Si l'on conservait l'inclinaison de la vis et son pas, que l'on transformât la génératrice de la surface héliçoïdale, on n'aurait opéré, dans chaque élément, d'autre changement que de faire mouvoir parallèlement à elles-mêmes les deux courbes qui terminent cet élément, (N.° 28), et dans aucun cas on n'aurait pu lui conserver une section aussi grande.

La génération que nous avons indiquée est donc celle qui donne l'espace hydrophore maximum, quand l'inclinaison et le pas de la vis sont donnés.

Libre circulation de l'air.

N.° 31. Dans la disposition décrite au N.° 29, la génératrice étant à la limite de l'espace hydrophore, quand elle devient

horizontale, d'un côté de cette ligne la surface héliçoïdale est dans l'air, de l'autre, elle plonge dans l'eau ; mais au point où elle touche le noyau, elle se relève immédiatement avec l'hélice de rebroussement, qui n'a que ce point de commun avec l'espace hydrophore. Il résulte de là que le long du noyau, l'air circule librement dans toute la longueur de la vis, dans le vide laissé d'une surface héliçoïdale à la suivante.

Ainsi, à partir du niveau du bassin inférieur, tout espace hydrophore communiquera avec l'air extérieur, à quelque profondeur que plonge la vis, et quel que soit le diamètre de son enveloppe, c'est-à-dire, soit ou non que les espaces hydrophores se pénètrent, la face héliçoïdale de l'un plongeant au-dessous du niveau de l'eau dans l'espace inférieur.

N.° 32. Sans doute il n'est pas absolument nécessaire à la libre circulation de l'air que la vis soit construite et employée comme il vient d'être dit ; mais il y a des limites dont il ne faut pas sortir.

Limites de l'inclinaison de la vis et de la grosseur du noyau.

N.° 33. Si l'on cessait d'employer la vis dans sa situation normale, que son axe fît avec l'horizon un angle moindre que celui de ses génératrices avec l'hélice de rebroussement, au lieu d'une génératrice horizontale dans chaque spire, il y en aurait deux. Elles s'écarteraient d'autant plus l'une de l'autre que l'axe de la vis se rapprocherait plus de l'horizon, et lorsque la plus basse des deux serait au niveau de celle qui est la plus élevée dans la spire inférieure, l'air cesserait de circuler librement autour du noyau de la vis.

N.° 34. Cette limite suppose que le filet n'a point d'épaisseur, elle diminue quand cette épaisseur est telle que l'on doive la prendre en considération. Au surplus, il est facile de l'obtenir par une construction graphique.

Faites passer par l'axe de la vis un plan vertical, projetez-y l'hélice de rebroussement de chacune des deux faces héliçoïdales du filet, la droite, qui touche à la fois l'hélice de la face

inférieure d'une spire et celle de la face supérieure de la spire suivante, devient horizontale à la limite.

N.° 35. Ce que nous venons de dire suppose encore que le noyau est plein et que l'eau peut être retenue dans l'espace hydrophore aussi bien par la surface du noyau que par celle du filet ; mais, si le noyau était supprimé, l'eau baisserait immédiatement dans l'espace hydrophore, de toute la hauteur qui sépare, dans la projection précédente, les deux tangentes horizontales de la même spire. Comme, en redressant la vis, ces deux tangentes horizontales se rapprochent, et qu'elles se confondent au point que nous avons considéré comme l'inclinaison normale de la vis, il s'ensuit qu'alors il est indifférent, pour le volume obtenu, que le noyau existe ou qu'il soit supprimé.

N.° 36. Le noyau ne pourrait être plus petit que celui que nous avons indiqué ci-dessus, sans cesser d'être en contact avec la surface héliçoïdale ; mais il pourrait être plus grand. Dans la position normale de la vis, la surface héliçoïdale du filet restant la même, une légère augmentation dans le diamètre du noyau diminuerait peu l'espace hydrophore, dont il n'occuperait que les éléments les moins volumineux ; mais il diminuerait beaucoup l'espace occupé par l'air. Cet espace a pour limites la face inférieure du filet et le niveau de l'eau. Sur la face inférieure du filet l'on peut imaginer les hélices d'intersection qu'y tracent des surfaces cylindriques circulaires concentriques à la vis. Toutes ces hélices sont de même pas ; toutes ont, comme nous l'avons vu, un plan tangent commun horizontal, qu'elles atteignent dans l'un des deux plans verticaux, tangents au cylindre, où est tracée l'hélice de rebroussement : Celle-ci, en atteignant le plan horizontal commun, le perce et passe au-dessus ; les autres s'abaissent au contraire au-dessous et vont le couper plus loin ; celle qui, dans ce trajet, vient toucher la surface de l'eau de la spire inférieure, est sur le cylindre, qui, le premier, intercepte la libre circulation de l'air, et que l'on doit considérer comme la limite du noyau. (Voir les numéros 140 et suivants.)

N.° 37. Quand la vis est plus inclinée, la limite de la grosseur du noyau diminue jusqu'à ce que l'inclinaison soit telle que le cylindre même, où est tracée l'arète de rebroussement, serve de limite.

N.° 38. Le noyau étant donné, la limite de l'inclinaison au-delà de laquelle il ne convient plus que la vis fonctionne, s'obtient par le même procédé graphique que nous avons indiqué ci-dessus (N.° 34), dans le cas du noyau minimum, celui qui porte l'hélice de rebroussement.

Conclusion

N.° 39. L'inclinaison i et le pas p de la vis étant donnés, il résulte du N.° 30 qu'aucune génération du filet ne donne un volume hydrophore aussi grand que celle que nous avons proposée, en l'appliquant comme il est dit au N.° 29.

Il résulte du N.° 31 que le jeu de l'appareil ne peut alors être troublé par la pression atmosphérique, et des numéros suivants, qu'il convient, sauf les considérations des N.os 140 et suivants, de prendre pour le rayon du noyau la valeur que l'on déduit du N.° 11, et que l'on peut obtenir par une construction graphique indiquée au N.° 17.

Inclinaison donnant le moindre filet.

N.° 40. Observons que si nous appelons H la hauteur de la vis, $2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} \sin i$, ou, $2\pi r \cos i$ étant la hauteur du pas, le nombre n des spires sera $\frac{H}{2\pi r \cos i}$, et comme la surface du filet est, pour une spire, $\frac{\pi (R^2 - r^2)}{\sin i}$, (N.° 22), il s'ensuit que la surface totale du filet aura pour expression :

$$\frac{\pi (R^2 - r^2) H}{\sin i \, 2\pi r \cos i}, \text{ ou } \frac{(R^2 - r^2) H}{2r \sin i \cos i}.$$

Le dénominateur étant au maximum, quand $\sin i = \cos i$, la surface du filet d'une vis, dont la hauteur est donnée, sera au minimum, quand on prendra pour i l'inclinaison de 45°.

DEUXIÈME PARTIE.

Jeu de l'appareil, choix des dispositions principales.

§ 4. De l'équilibre et du mouvement de la vis.

Génération de l'hélice.

N.° 41. Quand la vis, quelle que soit d'ailleurs la génération du filet, a un mouvement de rotation uniforme, l'espace hydrophore se meut, sans se déformer, parallèlement à l'axe ; mais relativement à la vis, chacun de ses points décrit une hélice de même pas qu'elle et concentrique avec elle. Toute hélice de ce genre est susceptible d'une génération, qui a quelque analogie avec celle du filet de la vis, dans le cas du N.° 13, et que nous allons décrire.

N.° 42. Nous avons dit (N.° 1) que le filet était engendré par le mouvement de la tangente à l'hélice de rebroussement. Cette tangente se prolonge de part et d'autre du point de contact, de sorte qu'elle engendre une héliçoïde composée de deux parties égales, inverses l'une de l'autre et se touchant suivant l'hélice de rebroussement, où elles sont normales au noyau.

N.° 43. Il eût donc été plus exact de donner, pour la génératrice du filet, un fil tendu sur le noyau, suivant l'hélice de rebroussement, et se déployant tangentiellement à cette hélice.

N.° 44. Si l'on mène au noyau deux plans tangents parallèles, chacun d'eux coupera l'héliçoïde ainsi engendrée, suivant une ligne mixte composée d'une génératrice et d'une courbe tangente avec elle à l'hélice de rebroussement. Projetée sur l'autre plan tangent, cette courbe a pour asymptote la génératrice d'intersection de ce plan avec l'héliçoïde.

N.° 45. Si l'on prend sur cette courbe un point quelconque A, on imaginera facilement, par ce point, deux droites tangentes au noyau, savoir : la première, sur la surface héliçoïdale, dont elle sera une génératrice; la seconde, dans le plan sécant et parallèle à la génératrice qui s'y trouve. Tangentiellement à cette

seconde droite, on peut mener sur le noyau une hélice, qui soit de même pas que la première et parallèle à celle-ci. Si le fil enroulé suivant la première hélice et la génératrice passant en A, se repliait en ce point, suivant la seconde droite et l'hélice qui lui est tangente, et que le point A, entrant en mouvement, tînt le fil constamment tendu tangentiellement aux deux hélices, (ce qui serait possible, attendu que, dans ce mouvement, les deux points de contact du fil avec le noyau parcourent des arcs égaux et restent dans la même position relative), ce point A décrirait une hélice de même pas que la vis.

N.º 46. Observons que, dans ce mouvement, les deux parties rectilignes du fil, que sépare le point A, décrivent des surfaces héliçoïdales inverses l'une de l'autre (N.º 42). Le point A décrit l'hélice d'intersection de ces deux surfaces. Elles diffèrent de celles qu'engendrent les deux prolongements de la tangente à l'hélice de rebroussement, en ce qu'elles ne touchent pas le noyau suivant la même hélice, mais suivant deux hélices parallèles.

N.º 47. Il n'y a pas, sur la surface héliçoïdale du filet, d'hélice à laquelle ne convienne cette génération. Si l'on imagine que la surface héliçoïdale du filet, indéfiniment prolongée, glisse parallèlement à elle-même, le long du noyau, de la longueur du pas de la vis, ses différentes spires auront embrassé tous les points de l'espace. Il n'y a donc pas d'hélice de même pas que la vis et concentrique avec elle, qui ne soit à l'intersection de deux surfaces héliçoïdales ayant leur hélice de rebroussement sur le noyau dont le rayon est donné au N.º 11.

N.º 48. Le centre de gravité de l'espace hydrophore suit une de ces hélices, N.º 41.

Lieu des points le plus haut et le plus bas de l'hélice.

N.º 49. Admettons les conditions des N.os 13, 29 et 39; considérons d'une part les deux héliçoïdes inverses, donnant par leur intersection l'hélice décrite par le centre de gravité de l'espace hydrophore, et d'autre part, le plan vertical tangent

au noyau du côté des génératrices horizontales. Ce plan coupera les héliçoïdes suivant ces génératrices, et l'hélice décrite par le centre de gravité en deux points, qui seront sur ces génératrices. Les plans horizontaux menés par ces génératrices étant respectivements tangents aux héliçoïdes, ils le seront à toutes les courbes tracées sur ces surfaces, et par suite à l'hélice décrite par le centre de gravité de l'espace hydrophore.

Il résulte de là que chacune des spires de cette hélice a son point le plus élevé et son point le plus bas dans le plan vertical tangent au noyau, dont le rayon est donné au N.° 11.

Conditions d'équilibre de la vis au repos.

N.° 50. Or, si la vis est au repos, le centre de gravité se tenant au point le plus bas, il sera dans le plan dont il s'agit, et son bras de levier pour faire tourner la vis, sera le rayon du noyau ainsi déterminé.

N.° 51. Soit, dans ce cas, P le poids de l'eau dont la vis est chargée; cette force étant verticale et ayant son point d'application dans le plan vertical tangent au noyau, elle y a pour composantes : 1.° Une force P sini parallèle à l'axe de la vis et qui détermine une pression sur le point d'appui inférieur, par la résistance duquel elle est détruite ; de cette pression il résulte, dans le mouvement de la vis, un frottement ; 2.° une force P cosi normale à l'axe de la vis, et qui, multipliée par le rayon du noyau, donne le moment de la résistance due à la charge de l'appareil.

Cette force P cosi détermine une pression sur les deux tourillons de la vis et y occasionne aussi un frottement.

N.° 52. Pour avoir l'expression de tous les frottements, celui du liquide excepté, il suffit d'ajouter, dans les deux quantités cidessus P sini et P cosi, au poids P de la charge de la vis, celui p, qu'elle a indépendamment de sa charge, et de multiplier les expressions $(P + p)$ sini, $(P + p)$ cosi, des pressions, respectivement par les coefficients f, f des frottements, selon leur nature, et d'avoir égard à la circonférence moyenne que parcourent, à chaque révolution, les surfaces frottantes. Soient res-

pectivement ρ, ρ_1 les rayons de ces circonférences, le moment des résistances dues au frottement des solides dans la vis sera, en somme :

$$f\,\rho\,(\mathrm{P}+\mathrm{p})\sin i+f_1\,\rho_1\,(\mathrm{P}+\mathrm{p})\cos i.$$

Ce moment se retranche du moment P r cosi de la charge, lorsque l'on veut avoir l'effort minimum nécessaire au maintien du repos, et il s'y ajoute pour avoir l'effort minimum nécessaire à la mise en mouvement.

Cas de la vis en mouvement.

N.º 53. Ce qui précède s'applique à la vis, (N.º 49), quelle que soit la forme de l'espace hydrophore, pourvu que l'eau s'y tienne de niveau. Si l'eau y avait une pente, ce qui a nécessairement lieu quand la vis est en mouvement, le centre de gravité parcourrait encore, dans le cas du mouvement uniforme, une hélice concentrique à la vis et de même pas qu'elle ; mais il ne serait plus au point le plus bas de chaque spire ; il serait en un point, où la tangente serait inclinée, dans le sens du mouvement, d'une quantité, que l'on pourrait approximativement déduire des formules empiriques, données pour calculer le mouvement de l'eau, dans des canaux étroits.

Déplacement du centre de gravité du liquide.

Le centre de gravité s'écartant du plan vertical tangent au noyau, le bras de levier de la charge serait plus grand que le rayon du noyau, et le supplément de force motrice qu'il faudrait appliquer à la vis, en conséquence de cet écartement, pour la maintenir en mouvement, représenterait la résistance due au frottement de l'eau contre les parois de la vis.

Diminution du volume hydrophore

N.º 54. Du déplacement du centre de gravité de l'espace hydrophore sur l'hélice qu'il parcourt, tandis que la vis est en mouvement, il résulte que son volume diminue quand la vitesse augmente ; l'espace hydrophore se déforme et son centre de gravité passe sur d'autres hélices, comme la première, concentriques à la vis et de même pas qu'elle. Il occupe, sur ces hélices,

des points, où l'inclinaison de cette courbe devient de plus en plus forte, et, comme aucune des hélices décrites par les points de l'espace hydrophore ne peut atteindre une inclinaison aussi forte que celle de l'hélice d'intersection du filet et de l'enveloppe, il s'ensuit que la vis ne donnera plus d'eau, quand sa vitesse de rotation sera telle que, pour parcourir toute la longueur d'une spire, à chaque révolution, l'eau devra y prendre, à la surface, une pente supérieure à l'inclinaison maximum de cette dernière hélice. Cette inclinaison maximum est $i'-i$, (*fig.* 2.e).

Limite de la vitesse.

Inclinaison anormale de la vis.

N.o 55. Pour éviter la diminution du produit de la vis, quand sa vitesse augmente, quelle génération faut-il adopter? On ne pourrait le discuter qu'en se fondant sur des données empiriques, celles du mouvement de l'eau dans des canaux étroits; mieux vaudrait donc recourir directement à l'expérience; toutefois, nous pouvons, sans grandes recherches, nous livrer à des conjectures utiles.

Dans le mouvement uniforme de la vis, chaque point de l'espace hydrophore, quelle que soit la forme de cet espace, décrit une hélice concentrique à la vis, de même pas qu'elle, et ayant, par suite, son point le plus bas dans le plan vertical tangent au noyau, (N.o 49). La partie de ces hélices, qui plonge dans l'espace hydrophore, est d'autant plus longue qu'elles sont plus rapprochées des parois de la vis. Le liquide y est en même temps plus retardé par le frottement des parois. Il faut, dans les grandes vitesses, plus de pente pour ces hélices que pour les autres; or, près de la limite $i'-i$, qui est pour chaque hélice dans le plan vertical tangent au cylindre où elle est tracée, entre le point le plus haut et le point le plus bas de chaque spire, elles ont en effet plus de pente que les autres, et en rapprochant l'axe de la vis de l'horizontale, sans modifier la forme de l'appareil, on augmenterait cette pente limite d'une égale quantité pour toutes les hélices. (Voyez pour plus amples développements le § 12.)

Si, au lieu d'être employée comme appareil à élever l'eau, la

vis était appliquée comme moteur, en y faisant descendre l'eau, ce serait l'inverse qui devrait avoir lieu; dans de grandes vitesses, il faudrait tenir l'axe de la vis plus rapproché de la verticale qu'il n'est dit au N.° 29.

Cette règle, toutefois, ne doit pas être prise dans un sens absolu, puisqu'elle ne repose que sur une condition, celle de conserver à l'espace hydrophore un grand volume, ou, en d'autres termes, de diminuer le prix de l'appareil; or, il y a d'autres causes de dépenses, et notamment la consommation de la force motrice, qu'il faut, quand la vitesse est grande, ne pas négliger de prendre en considération.

Pertes d'effet utile dues au mouvement du liquide.

N.° 56. Il importe d'examiner de plus près, que nous ne l'avons fait au N.° 53, quelles peuvent être les causes de déperdition de la force motrice, autres que le frottement des parties solides de la vis : elles ne peuvent résider que dans le mouvement du liquide.

Supposons que le filet de la vis ne se prolonge pas, dans le bas, au delà de la génératrice, qui, dans une de ses positions, coïncide avec le plan du niveau de l'eau dans le bassin inférieur. Au moment où cette génératrice prend cette position, l'eau comprise dans l'espace hydrophore s'y trouve emprisonnée et s'élève avec le filet. Elle parcourt, parallèlement à l'axe, la longueur d'un pas, tandis que la vis fait une révolution.

Vitesse ascensionnelle.

v étant la vitesse angulaire de la vis, c'est-à-dire l'arc décrit dans l'unité de temps, dans un plan normal à l'axe, par un point situé à l'unité de distance de cet axe, vr sera la vitesse angulaire de l'un quelconque des points de la surface du noyau ; et la vitesse de l'espace hydrophore parallèlement à l'axe de la vis, sera :

$$v r \times \frac{2\pi r \frac{\cos i}{\sin i}}{2\pi r}, \text{ou}, v r \frac{\cos i}{\sin i}.$$

La hauteur due à cette vitesse sera :

$$\frac{1}{2g}\, v^2\, r^2\, \frac{\cos^2 i}{\sin^2 i}.$$

Hauteur qu'il faudra ajouter à celle à laquelle il faut élever l'eau, pour avoir la puissance du moteur ; elle est d'autant plus forte que l'on adopte des valeurs plus grandes pour v et r et plus petites pour l'angle i.

Une grande vitesse de rotation, un gros noyau, une forte inclinaison vers l'horizon, sont donc très-préjudiciables, quand il ne faut élever l'eau qu'à une faible hauteur, à moins que l'on ne puisse utiliser, pour faciliter son écoulement ultérieur, la vitesse acquise par l'eau parallèlement à l'axe de la vis.

Puisage. N.° 57. Au point où l'eau pénètre dans la vis, le liquide entre en mouvement derrière le filet, pour emplir le vide, qu'il laisse après lui. Ce mouvement s'établit à l'aide d'une pente, qui naît à la surface ; il se propage graduellement ; il n'y a point là de déperdition appréciable de force motrice.

Déversement. N.° 58. Mais il n'en est pas de même au point où s'opère le déversement.

Il a lieu diversement, selon que la surface de l'eau soit libre dans toute l'étendue de l'espace hydrophore, ou qu'elle y baigne la face inférieure du filet de la spire qui précède.

Dans le premier cas, le déversement commence quand la surface de l'eau atteint la section supérieure de l'enveloppe ; il commence donc par le point le plus bas de cette section ; et il se termine au point, où la circonférence, qu'elle forme, est coupée par le plan vertical tangent au noyau, du côté des génératrices horizontales du filet ; la raison en est évidente : Le déversement doit se terminer au point le plus bas de l'espace hydrophore ; c'est le point le plus bas de l'hélice d'intersection du filet avec l'enveloppe ; or, nous avons vu, au N.° 49, que ce point est dans le plan désigné ci-dessus.

Si le noyau n'est pas très-gros comparativement à l'enveloppe, le déversement s'opère donc toujours assez près du point le plus bas de la section supérieure du sommet de la vis, et par conséquent avec peu de chûte.

N.° 59. Dans le second cas, celui où la surface inférieure du filet plonge dans l'espace hydrophore qui est au-dessous, l'eau est soutenue par ce filet, au moment où son niveau franchit le point le plus bas de la section supérieure de l'enveloppe, et ne commence à se déverser qu'au-delà, pour finir comme précédemment. En ce cas, si les espaces hydrophores successifs se pénètrent profondément, l'eau se déverse sur une grande partie du bord supérieur de l'enveloppe, et il s'opère là une chûte, qui doit être prise en très-sérieuse considération, quand l'enveloppe est d'un grand diamètre et que la vis n'est pas très-longue. Voyez N.° 130 et suivants.

Immersion. N.° 60. Outre les deux causes notables de déperdition de la force motrice, que nous venons de signaler, il en est une troisième, que l'on peut éviter et que nous allons également indiquer en peu de mots.

Elle aurait lieu si le filet de la vis plongeait, dans le bassin inférieur, au-delà de la génératrice, qui devient horizontale en en traversant le niveau.

Quel mouvement s'opérerait alors dans la vis? le voici :

Dans les spires entièrement plongées, l'eau repoussée par la face supérieure du filet, entrerait en mouvement pour se placer dans le vide que laisserait, en montant, la face inférieure du filet voisin, et comme, la pression étant la même à l'intérieur qu'à l'extérieur de la vis, l'eau ne pourrait monter avec les filets, elle prendrait un mouvement de rotation tel qu'elle leur livrerait passage, accomplissant une révolution complète pendant que les filets s'élèveraient de la hauteur du pas.

C'est-à-dire que l'eau aurait à l'intérieur de la vis la même vitesse rotative que l'appareil.

· vitesse serait nuisible : 1.º En ce qu'elle tendrait à pro-
ide hors de l'espace hydrophore, au moment où il
nartie plongée, et à diminuer ainsi le produit
ue, bien que l'eau, en perdant cette vitesse
.r à laquelle se tient le liquide dans le bas-
restituer à l'appareil une partie de la quan-
cette vitesse rotative a coûté, il n'est pas pro-
·· restitution soit complète, à cause des chocs, qui
..voir se produire au point où la vitesse rotative du
perdrait.

ı, bien que la pression atmosphérique n'intervienne pas
. e manière fâcheuse dans les vis construites conformément
ıx conditions des N.os 13, 29 et 39, il y a de graves inconvé-
nients à faire inutilement plonger le filet dans le bassin inférieur.

·ur. ·ı vis. N.º 61. De ce qui précède, nous pourrons déduire la longueur qu'il convient de donner à la vis. Pour que l'espace hydrophore soit plein, il faut que la génératrice horizontale soit complète au moment de son émersion du bassin inférieur, c'est-à-dire qu'elle s'étende, en ce point, du noyau jusqu'à l'enveloppe ; et si l'on suppose la vis terminée, à la partie inférieure, par un plan perpendiculaire à son axe, l étant la longueur de cette génératrice, depuis le noyau jusqu'à l'enveloppe, il faudra que l'eau du bassin inférieur coupe l'axe de la vis, à une distance de ce plan égale à $l \cos i$. Cela suppose que le centre de la section est à une hauteur de $l \cos i \sin i$ au-dessous du niveau de l'eau, que la partie inférieure de l'enveloppe plonge à $l \cos i \sin i + \mathrm{R} \cos i$ sous le même niveau, R étant le rayon de l'enveloppe, et que la génératrice de l'enveloppe, qui plonge à la plus grande profondeur, est mouillée sur une longueur de $l \cos i + \mathrm{R} \dfrac{\cos i}{\sin i}$.
Une plus petite immersion laisserait l'espace hydrophore incomplètement rempli ; une immersion plus grande pourrait, si la vis avait un mouvement de rotation rapide, donner le

même résultat et absorber de plus inutilement une partie notable de la force motrice (V. N.° 60).

Quant à la partie supérieure de la vis, la longueur doit toujours en être déterminée par cette condition, que le bord de l'enveloppe soit tout entier au-dessus du niveau du bassin supérieur.

Ce niveau coupera donc l'axe de la vis au moins à la distance $R \frac{\cos i}{\sin i}$ du centre de la section supérieure de l'enveloppe, cette distance étant mesurée suivant l'axe.

Le centre de la section supérieure de l'enveloppe sera donc au moins à une hauteur $R \cos i$ au-dessus du niveau du bassin supérieur.

Soit H_1 la hauteur à laquelle il faut élever l'eau.

La longueur de la vis devra donc être au moins

$$L = \frac{H_1}{\sin i} + l \cos i + R \frac{\cos i}{\sin i},$$

ou, (N.° 9),

$$L = \frac{H_1}{\sin i} + (\sqrt{R^2 - r^2} + R) \frac{\cos i}{\sin i},$$

et ne devra point s'écarter beaucoup de cette quantité si l'on veut éviter d'employer en pure perte une partie de la force dont on dispose.

Charge de l'appareil. N.° 62. Ayant L en fonction de H_1 il sera facile, à l'aide des formules des N.os 22, 23 et 24, de calculer le poids p de l'appareil, (N.° 52); quant à sa charge P, on l'obtiendra en multipliant la charge sur la longueur d'un pas, par le nombre des pas compris sur la hauteur H_1; or, la hauteur d'un pas étant $2\pi r \cos i$, (N.° 40), le nombre des pas compris sur la hauteur H_1 est $\frac{H_1}{2\pi r \cos i}$. Connaissant la pesanteur spécifique du liquide, il

ne reste donc qu'à trouver le volume hydrophore, sur la longueur d'un pas, pour en déduire la charge de l'appareil.

§ 5. CALCUL DU VOLUME HYDROPHORE.

Cas du repos.

N.° 63. A cause des inconvénients de la grande vitesse dans les vis qui n'ont d'autre objet que d'élever l'eau, nous ne prendrons le volume hydrophore que dans le cas du repos, et en supposant remplies les conditions des N.os 13, 29 et 39.

Calcul du volume hydrophore.

N.° 64. Pour le calculer, nous le supposerons, comme ci-dessus, N.° 27, divisé en éléments par des surfaces cylindriques à bases circulaires, concentriques à la vis.

N.° 65. Prenons pour axe des z celui de la vis, en comptant les z positivement de bas en haut. Les génératrices horizontales des surfaces héliçoïdales du filet de la vis, feront avec cet axe un angle égal à $\pi - i$.

Parallèlement à ces génératrices et par l'axe, faisons passer un plan (A); il coupera la surface du noyau de rayon r, suivant deux de ses génératrices, dont l'intersection avec l'hélice de rebroussement donnera deux séries de points distants les uns de autres de $2\pi r \frac{\cos i}{\sin i}$, ($a$), expression du pas de la vis, (N.° 11.)

L'une de ces deux séries de points est du même côté de l'axe que les génératrices horizontales du filet.

Par l'un des points de cette série, menons un plan (B) normal à l'axe de la vis.

C'est à partir de ce plan (B) que nous compterons les ordonnées z.

N.° 66. Pour une des coordonnées, nous prendrons à partir de l'axe de la vis et dans le plan (B), un rayon vecteur w.

N.° 67. La surface cylindrique, à base circulaire, concentrique à la vis et de rayon ρ, aura pour équations:

$$w = \rho \,, \quad (b)$$

$$z = \frac{o}{o} \,, \quad (b')$$

L'équation (b) est celle de la trace de la surface sur le plan (B).

N.° 68. Prenons pour la troisième des coordonnées l'arc s de cette trace, et comptons le positivement, à partir du plan (A), dans la direction où se trouvent les génératrices horizontales du filet de la vis.

N.° 69. Le plan tangent au noyau suivant les génératrices horizontales de la surface du filet aura pour équations :

$$w \sin \frac{s}{\rho} = r, \quad (c)$$

$$z = \frac{o}{o} \,, \quad (c')$$

N.° 70. Les équations de l'hélice de rebroussement seront :

$$w = r$$

$$z \pm m \, 2 \pi r \, \frac{\cos i}{\sin i} = r \, \frac{s}{\rho} \, \frac{\cos i}{\sin i} \,, \quad (d)$$

m étant un nombre entier à déterminer selon la spire que l'on veut considérer.

N.° 71. Cette hélice sera coupée par un plan (C) dirigé suivant l'axe de la vis normalement au plan (A) en une série de points dont les ordonnées seront :

$$z \pm m \, 2 \pi \, r \, \frac{\cos i}{\sin i} = r \, \frac{\pi}{2} \, \frac{\cos i}{\sin i} \,..$$

pour la première spire, où $m = o$, on a :

$$Z = r \, \frac{\pi}{2} \, \frac{\cos i}{\sin i} \,, \quad (e)$$

Cette valeur de Z est la hauteur à laquelle l'axe de la vis est coupé par le plan du niveau de l'eau dans la première spire.

N.° 72. Ce plan étant perpendiculaire au plan (A) et faisant avec l'axe des z, un angle $\pi - i$, les coordonnées de chacun de ses points satisferont à l'équation :

$$z = -w \cos \frac{s}{\rho} \frac{\cos i}{\sin i} + c.$$

et comme cette équation devra être satisfaite par :

$$w = o,\ z = Z,\ (e),\ \text{on aura :}$$

$$c = r \frac{\pi}{2} \frac{\cos i}{\sin i}$$

De là pour l'équation du plan de la surface de l'eau dans la première spire :

$$z = -w \cos \frac{s}{\rho} \frac{\cos i}{\sin i} + r \frac{\pi}{2} \frac{\cos i}{\sin i}$$

$$\text{ou, } z = \frac{\cos i}{\sin i} \left(-w \cos \frac{s}{\rho} + r \frac{\pi}{2} \right).$$

N.° 73. L'équation du plan du niveau de l'eau dans toute autre spire, sera :

$$z \pm m\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i} \left(-w \cos \frac{s}{\rho} + r \frac{\pi}{2} \right);\ (f).$$

N.° 74. Les deux équations (f) et (c) sont celles des génératrices horizontales de la surface supérieure du filet de la vis.

N.° 75. Celles de l'hélice d'intersection de la même surface avec la surface cylindrique de rayon ρ, seront, en observant que cette hélice est de même pas que la vis :

$$w = \rho\,;\ (g)$$

$$z \pm m\,2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} = r \frac{s}{\rho} \frac{\cos i}{\sin i} \pm c\,;\ (h).$$

N.° 76. Pour déterminer la valeur qu'il faut attribuer à c dans l'équation (h), observons que l'hélice (g), (h), est tangente dans chaque spire au niveau de l'eau, en un point qui est sur la génératrice horizontale de la surface héliçoïdale, et que ce point de contact devra satisfaire à la fois aux équations (c), (f), (g), (h), en prenant pour m la même valeur dans (f) et dans (h); soient $w = w_0$, $s = s_0$, $z = z_0$, les coordonnées de ce point.

L'équation (g) donne directement la valeur de w_0, savoir :

$$w_0 = \rho\,;\ (i)$$

substitution faite dans l'équation (c), on en tire :

$$\rho \sin.\frac{s_0}{\rho} = r, \text{d'où}, \frac{s_0}{\rho} = \text{arc } \sin \frac{r}{\rho} = \text{arc } \cos \frac{\sqrt{\rho^2 - r^2}}{\rho}\,;\ (j).$$

Dans cette formule (j), il faut prendre la plus petite valeur de l'arc dont le cos. est $\frac{\sqrt{\rho^2 - r^2}}{\rho}$.

Enfin des équations (f) et (h), on tire :

$$\frac{\cos i}{\sin i}\left(-\rho \cos \frac{s_0}{\rho} + r \frac{\pi}{2}\right) = r \frac{s_0}{\rho} \frac{\cos i}{\sin i} \pm c.$$

et comme $\rho^2 \sin^2 \frac{s_0}{\rho} + \rho^2 \cos^2 \frac{s_0}{\rho} = \rho^2$

ou , $r^2 + \rho^2 \cos^2 \frac{s_0}{\rho} = \rho^2$

$$\text{on a } \rho^2 \cos^2 \frac{s_0}{\rho} = \rho^2 - r^2$$

$$\text{d'où } \rho \cos \frac{s_0}{\rho} = \pm \sqrt{\rho^2 - r^2}$$

Le point que nous considérons étant sur la génératrice horizontale, il faut prendre ici le signe + devant le radical, et substitution faite, on a pour la valeur de $\pm c$:

$$\pm c = \frac{\cos i}{\sin i}\left(-\sqrt{\rho^2 - r^2} + r\frac{\pi}{2} - r\frac{s_0}{\rho}\right)$$

N.° 77. De là pour les équations de l'hélice, (N.° 75) :

$$w = \rho, \ (g)$$

$$z \pm m\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i}\left\{ r\frac{s}{\rho} - \sqrt{\rho^2 - r^2} + r\frac{\pi}{2} - r\frac{s_0}{\rho}\right\}; \ (k)$$

et en y substituant pour s_0 sa valeur trouvée ci-dessus (j), et transposant, on a :

$$z \pm m\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i}\left\{ r\frac{s}{\rho} - r \operatorname{arc} \sin \frac{r}{\rho} - \sqrt{\rho^2 - r^2} + r\frac{\pi}{2}\right\}, \ (k')$$

ou,

$$z \pm m\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i}\left\{ r\frac{s}{\rho} - r \operatorname{arc} \cos \frac{\sqrt{\rho^2 - r^2}}{\rho} - \sqrt{\rho^2 - r^2} + r\frac{\pi}{2}\right\}, \ (k'').$$

N.° 78. La courbe d'intersection du cylindre de rayon ρ et du plan du niveau de l'eau a pour équations :

$$w = \rho, \ (g)$$

$$z \pm m\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i}\left(- w \cos \frac{s}{\rho} + r\frac{\pi}{2}\right), \ (f)$$

N.° 79. L'élément de l'espace hydrophore, qui a pour base la surface cylindrique (g), est compris entre les courbes dont les équations sont données aux N.os 77 et 78, en y supposant pour m la même valeur dans (k) et (f).

N.° 80. L'étendue superficielle de cet élément sera donnée par l'intégrale :

$$\int_{s_0}^{s_I} \left\{ \frac{\cos i}{\sin i}\left(-\rho\cos\frac{s}{\rho}+r\frac{\pi}{2}\right) - \frac{\cos i}{\sin i}\left(r\frac{s}{\rho}-\rho\frac{s_0}{\rho}-\sqrt{\rho^2-r^2}+r\frac{\pi}{2}\right)\right\} ds$$

$$\text{ou } \frac{\cos i}{\sin i}\int_{s_0}^{s_I}\left(-\rho\cos\frac{s}{\rho}-r\frac{s}{\rho}+r\frac{s_0}{\rho}+\sqrt{\rho^2-r^2}\right)ds;\ (l)$$

$$\text{ou } \frac{\cos i}{\sin i}\int_{s_0}^{s_I} f(s)\,d\,s;\ (l')$$

N.° 81. Les limites s_0 et s_I sont les points d'intersection des courbes des N.os 77 et 78. Elles sont données par l'équation :

$$-\rho\cos\frac{s}{\rho}-r\frac{s}{\rho}+r\frac{s_0}{\rho}+\sqrt{\rho^2-r^2}=o;\ (m)$$

qui est satisfaite en prenant :

$$s=s_0=\rho \text{ ar } \cos\frac{\sqrt{\rho^2-r^2}}{\rho};\ (s)$$

N.° 82. Toutefois il faut observer que l'intégrale du N.° 80 ne donne l'élément hydrophore qu'autant que la courbe (g), (f) ne rencontre pas, dans la spire que l'on considère, la face inférieure du filet, qui porte l'espace hydrophore suivant :

La trace de cette face inférieure sur le cylindre de rayon ρ a pour équations :

$$w=\rho,\ (g)$$

$$z\pm m\ 2\pi r\frac{\cos i}{\cos i}=\frac{\cos i}{\sin i}\left\{r\frac{s}{\rho}-r\frac{s_0}{\rho}-\sqrt{\rho^2-r^2}+r\frac{\pi}{2}+\text{D}\right\};\ (n)$$

$D \frac{\cos i}{\sin i}$ étant, suivant les génératrices du cylindre, la distance de la face supérieure du filet d'une spire à la face inférieure de celui de la spire suivante. Pour avoir ce que cette courbe détache de l'élément donné au N.° 80, il faut prendre pour m la même valeur dans (n) et dans (f) et former l'intégrale :

$$\int_{s_2}^{s_3} \left\{ \frac{\cos i}{\sin i} \left(-\rho \cos \frac{s}{\rho} + r \frac{\pi}{2} \right) - \frac{\cos i}{\sin i} \left(r \frac{s}{\rho} - r \frac{s_0}{\rho} - \sqrt{\rho^2 - r^2} + r \frac{\pi}{2} + D \right) \right\} ds$$

ou

$$\frac{\cos i}{\sin i} \int_{s_2}^{s_3} \left(-\rho \cos \frac{s}{\rho} - r \frac{s}{\rho} + r \frac{s_0}{\rho} + \sqrt{\rho^2 - r^2} - D \right) ds \; ; \; (o)$$

$$\text{ou } \frac{\cos i}{\sin i} \int_{s_2}^{s_3} f_1(s)\, ds \; ; \; (o')$$

N.° 83. Les valeurs de s_2 et s_3 s'obtiendront encore en faisant:

$$-\rho \cos \frac{s}{\rho} - r \frac{s}{\rho} + r \frac{s_0}{\rho} + \sqrt{\rho^2 - r^2} - D = o.$$

N.° 84. L'élément hydrophore du cylindre de rayon ρ a donc pour expression :

$$\frac{\cos i}{\sin i} \left\{ \int_{s_0}^{s_1} f(s)\, ds - \int_{s_2}^{s_3} f_1(s)\, ds \right\} ; \; (p)$$

dans laquelle $f(s)$, $f_1(s)$, s_0, s_1, s_2 et s_3, sont indépendantes de i. L'expression de la surface de cet élément peut se mettre sous la forme $\frac{\cos i}{\sin i} F(\rho, D)$.

N.° 85. Quand le filet de la vis est très-mince et que la vis n'a qu'un filet, on a approximativement :

$$D\frac{\cos\ i}{\sin\ i} = 2\,\pi\, r\,\frac{\cos\ i}{\sin\ i},\ \text{ou}\ D = 2\,\pi\, r.$$

N.° 86. La valeur de la fonction (l), (N.° 80), est :

$$\frac{\cos\ i}{\sin\ i}\left\{-\rho^2\left(\sin\frac{s_1}{\rho}-\sin\frac{s_0}{\rho}\right)-\frac{r}{2\rho}\left(s_1^{\,2}-s_0^{\,2}\right)\right.$$
$$\left.+\left(r\frac{s_0}{\rho}+\sqrt{\rho^2-r^2}\right)(s-s_0)\right\};\ (q)$$

et après réduction :

$$\frac{\cos\ i}{\sin\ i}\left\{-\rho^2\left(\sin\frac{s_1}{\rho}-\sin\frac{s_0}{\rho}\right)-\frac{r}{2\rho}(s_1-s_0)^2+\sqrt{\rho^2-r^2}\,(s_1-s_0)\right\},\ (q')$$

N.° 87. La valeur de la fonction (o), (N.° 82), est :

$$\frac{\cos\ i}{\sin\ i}\left\{-\rho^2\left(\sin\frac{s_3}{\rho}-\sin\frac{s_2}{\rho}\right)-\frac{r}{2\rho}\left(s_3^2-s_2^2\right)+\right.$$
$$\left.+\left(r\frac{s_0}{\rho}+\sqrt{\rho^2-r^2}-D\right)\left(s_3-s_2\right)\right\};\ (t).$$

N.° 88. La valeur de F (ρ, D) , (N.° 84), sera donc :

$$\left.\begin{array}{l}\rho^2\left(\sin\frac{s_1}{\rho}+\sin\frac{s_3}{\rho}-\sin\frac{s_0}{\rho}-\sin\frac{s_2}{\rho}\right)\\ -\frac{r}{2\rho}\left(s_1^2+s_3^2-s_0^2-s_2^2\right)+\left(r\frac{s_0}{\rho}+\sqrt{\rho^2-r^2}\right)\\ \left(s_1+s_3-s_0-s_2\right)-D\left(s_3-s_2\right)\end{array}\right\};\ (u).$$

N.º 89. On aura l'espace hydrophore en prenant ρ pour variable indépendante et intégrant $\frac{\cos i}{\sin i}$ F (ρ, D) entre les limites $\rho = r$ et $\rho = R$; r et R étant les rayons du noyau et de l'enveloppe de la vis. Mais il est aisé de voir que la formule à laquelle on arriverait, quand même il serait possible d'exprimer commodément en fonction de ρ, les valeurs de s_1, s_2 et s_3, ne serait point, à cause de sa complication, d'une grande utilité. Le seul usage qu'il nous paraisse convenable de faire de la fonction (u), c'est de faciliter le calcul des éléments superficiels de l'espace hydrophore, après avoir obtenu pour les différentes valeurs de ρ, correspondant à ces éléments, les valeurs de s_0, s_1, s_2 et s_3 à l'aide d'une construction graphique.

Cette construction est fort simple, et nous nous abstiendrons de l'indiquer ici, pour éviter de compliquer notre travail, déjà fort long.

Méthode approximative.

N.º 90. Pour faciliter le calcul du produit de la vis dans des conditions données, nous nous bornerons donc aux considérations suivantes :

1.º Dans les conditions des N.ºs 13, 29 et 39, le volume hydrophore de chaque spire est proportionné, toutes choses égales d'ailleurs, à $\frac{\cos i}{\sin i}$. Ce volume étant calculé pour une inclinaison de 45º, à laquelle correspond $\frac{\cos i}{\sin i} = 1$, il suffira de le multiplier par $\frac{\cos i}{\sin i}$, pour avoir le volume hydrophore d'une vis d'inclinaison différente, mais qui aurait même noyau, même enveloppe, même épaisseur et même nombre de filets.

2.º Dans les conditions des N.ºs 13, 29 et 39, deux vis seront semblables, lorsqu'ayant même inclinaison i, les valeurs r, R

et D de l'une seront proportionnelles aux valeurs r_1, R_1 et D_1 de l'autre.

Les volumes hydrophores seront alors entr'eux comme r^3 est à r_1^3.

3.° Il suffira donc pour calculer commodément le produit d'une vis, d'avoir quelques tables donnant le volume hydrophore d'une vis à 45°, dont le noyau ait un rayon égal à l'unité, et l'enveloppe des rayons de diverses grandeurs, en progression arithmétique.

4.° En supposant que le filet soit en métal, son épaisseur pourra être négligée, et, prenant successivement $D = \frac{2\pi r}{1}$, $D = \frac{2\pi r}{2}$, $D = \frac{2\pi r}{3}$ etc., on aurait des tables susceptibles de servir pour toutes les vis de 1, 2, 3 ou un plus grand nombre de filets.

N.° 91. Nous donnerons ci-après, sous le N.° 1, ces tables que nous croyons avoir calculées dans des limites assez étendues pour la pratique ; pour faciliter l'interpolation, nous en avons reproduit les résultats dans les courbes, fig. 5, 6, 7, 8 et 9.

§ 6. DISCUSSION.

Dispositions principales. — Indéterminations.

N.° 92. En faisant usage des données ci-dessus, et adoptant le mode de construction indiqué aux N.os 13, 29 et 39, il y a une infinité de dispositions telles, qu'une vis donne, pour chaque révolution, le produit demandé, et jouisse des avantages qui découlent des conditions des N.os 13, 29 et 39.

En effet, si, le produit de la vis étant donné, on fait arbitrairement choix d'une valeur pour le rayon du noyau, le tableau N.° 1 donnera le rayon de l'enveloppe pour huit cas différents, selon le nombre des filets que l'on adoptera. Si ce tableau était complet, il donnerait un nombre infini de solu-

tions, en raison du nombre infini de filets, qui mathématiquement sont possibles.

Le tableau étant dressé pour le cas d'une inclinaison de 45°, on aurait encore une autre série infinie de solutions, en faisant varier l'inclinaison de la vis.

On en a une autre série également infinie en faisant varier le rayon du noyau.

Enfin, si ce n'était pas le volume hydrophore qui fût donné, mais la quantité d'eau à élever en un certain temps, on trouverait une nouvelle série infinie de solutions en faisant varier la vitesse.

Sur quoi se fondera le constructeur pour accorder rationnellement la préférence à une certaine solution sur toutes les autres? C'est ce que nous allons essayer d'examiner.

Motifs de préférence.

N.° 93. Le meilleur appareil sera celui qui donnera, avec la moindre dépense, le produit demandé. Or, la dépense a des éléments très-variés, comme les frais de construction de l'appareil, ses frais d'entretien, sa durée, celle du travail à opérer et le prix de la force motrice. Aucun de ces éléments ne peut être négligé, et l'on aurait à discuter des formules très-compliquées si l'on voulait les y faire entrer tous à la fois.

Pour simplifier la question, nous la diviserons et nous ferons d'abord abstraction de la vitesse rotative de la vis.

Du meilleur appareil à petite vitesse.

N.° 94. A cet effet, nous appellerons produit dynamique d'une vis le produit de la somme des volumes hydrophores, (N.°89), sur la longueur d'un pas, par la hauteur à laquelle la vis élève l'eau. Ce produit, multiplié par la pesanteur spécifique du liquide, donne la quantité d'action utilisée par l'appareil à chaque révolution, quand la vitesse rotative n'est pas telle que le volume hydrophore en soit sensiblement diminué. Il est donc, en pareil cas, la mesure de l'utilité de l'appareil.

N.° 95. Soit N le nombre des filets de la vis.

Nous aurons, (N.° 82):

$$\frac{2\pi r \frac{\cos i}{\sin i}}{N} = D \frac{\cos i}{\sin i}$$

$$\text{ou } D = \frac{2\pi r}{N}$$

Le volume hydrophore d'un pas sera N fois celui d'une spire donné au N.° 89.

$$\text{ci : } N \frac{\cos i}{\sin i} \int_r^R f(\rho, D)\, d\rho,$$

$$\text{ou } N \frac{\cos i}{\sin i} \int_r^R f\left(\rho, \frac{2\pi r}{N}\right) d\rho, \ (v).$$

N.° 96. Soit H_1 la hauteur à laquelle la vis élève l'eau, c'est-à-dire la hauteur du point le plus bas de l'ouverture supérieure de l'enveloppe au-dessus du niveau de l'eau dans le bassin inférieur.

Le produit dynamique sera :

$$H_1 N \frac{\cos i}{\sin i} \int_r^R f\left(\rho, \frac{2\pi r}{N}\right) d\rho; \ (w).$$

N.° 97. Le meilleur appareil, dans le cas des petites vitesses, sera celui qui, coûtant le moins, donnera le plus grand produit dynamique, ou qui rendra en maximum le rapport du produit dynamique à son prix.

Or, comment exprimer le prix de l'appareil en fonction des quantités qui entrent dans l'expression du produit dynamique ?

Pour le faire, nous admettrons l'hypothèse que le prix de

l'appareil soit proportionnel à la somme des surfaces du noyau de l'enveloppe et du filet.

Cette hypothèse est très-approchée de la vérité, quand la vis est composée de feuilles métalliques et que sa charge et son poids n'obligent pas à en augmenter l'épaisseur nécessaire, pour résister aux chocs, à l'oxidation, etc., et assurer à l'appareil une certaine durée.

1.er cas. Epaisseur des parois négligée.

N.o 98. La somme des surfaces du noyau, du filet et de l'enveloppe, sur la longueur d'un pas, est, (N.os 22, 23 et 24):

$$S = N \frac{\pi(R^2 - r^2)}{\sin i} + 2 \pi r (2 \pi r + 2 \pi R) \frac{\cos i}{\sin i}, \ (x));$$

n étant le nombre des pas qui entrent dans la longueur L de la vis, N.o 19. n S sera la somme des surfaces de la vis, et le rapport cherché sera :

$$\frac{H_1 \ N \frac{\cos i}{\sin i} \int_r^R f\left(\rho, \frac{2 \pi r}{N},\right) d\rho}{n S}, \ (y);$$

valeur dans laquelle il faut exprimer H_1 en fonction de n ou inversement, et substituer pour S sa valeur en fonction de R, r, N et i. (x).

N.o 99. Nous avons au N.o 19:

$$n = \frac{L}{2 \pi r \frac{\cos i}{\sin i}}$$

ou,

$$L = n \, 2 \pi r \frac{\cos i}{\sin i}$$

$$\text{Au N.o 61, } L = \frac{H_1}{\sin i} + (\sqrt{R^2 - r^2} + R) \frac{\cos i}{\sin i}$$

$$\text{D'où } n = \frac{\frac{H_1}{\cos i} + \sqrt{R^2 - r^2} + R}{2\pi r},$$

$$H_1 = (n\, 2\pi r - \sqrt{R^2 - r^2} - R) \cos i,$$

$$\text{ou } H_1 = L \sin i - (\sqrt{R^2 - r^2} + R) \cos i.$$

N.° 100. De là, pour l'expression (y), en y laissant H_1, R, r et i,

$$\frac{2\pi r H_1 N \frac{\cos i}{\sin i} \int_r^R f\left(\rho, \frac{2\pi r}{N}\right) d\rho}{\left(\frac{H_1}{\cos i} + \sqrt{R^2 - r^2} + R\right)\left(N \frac{\pi(R^2 - r^2)}{\sin i} + 2\pi r (2\pi r + 2\pi R) \frac{\cos i}{\sin i}\right)}$$

ou

$$\frac{2\pi r H_1 N \int_r^R f\left(\rho, \frac{2\pi r}{N}\right) d\rho}{\left(\frac{H_1}{\cos i} + \sqrt{R^2 - r^2} + R\right)\left(N \frac{\pi(R^2 - r^2)}{\cos i} + 2\pi r (2\pi r + 2\pi R)\right)}, \quad (y')$$

N.° 101. On se rappelle que $\int_r^R f\left(\rho, \frac{2\pi r}{N}\right) d\rho$ est indépendante de i. L'angle i n'apparaît donc plus dans (y') que sous forme de $\cos i$ en diviseur au dénominateur, dont tous les termes sont positifs; donc cette valeur (y') deviendra plus grande à mesure que i sera plus petit.

Quand $\cos i = o$ la valeur de (y') est nulle ; mais quand $\cos i = 1$, la valeur de (y') n'est que finie. Il est donc plus important d'écarter l'axe de la vis de la verticale, que de le rapprocher de l'horizontale.

On gagne beaucoup à éviter l'un des extrêmes et peu à se rapprocher de l'autre.

Il est même nécessaire d'éviter que l'angle i soit très-petit,

car alors la longueur L de la vis, (N.° 61), serait très-grande, et pour qu'elle pût résister à la pression transversale (P + p) cos i, (N.° 52), qu'elle éprouve sous son poids et celui de sa charge, il faudrait augmenter l'épaisseur des feuilles dont elle se compose, et par suite son prix.

2.e cas. Épaisseur prise en considération.

N.° 102. Nous allons reprendre la question en ayant égard à cette dernière considération :

Nous supposerons le noyau, l'enveloppe et le filet, formés de feuilles de même épaisseur; nous admettrons de plus que le filet, pris isolément, n'offrirait aucune résistance à une pression normale à l'axe de la vis, mais qu'il suffit pour empêcher, en reliant le noyau à l'enveloppe, que cette pression ne les déforme.

N.° 103. Nous chercherons d'abord quelle est la résistance d'un cylindre creux, de peu d'épaisseur, sous une charge normale à son axe, la charge étant uniformément répartie et le cylindre porté sur deux appuis, un à chaque extrémité.

Soit d le diamètre d'un cylindre plein dans les mêmes conditions;

P la charge sur l'unité de longueur que l'on peut appliquer à ce cylindre ;

c la distance des appuis;

On aura une relation de la forme :

$$P = \frac{M\,d^3}{c}$$

M étant un coefficient à déterminer par l'expérience.

Pour un autre cylindre, de diamètre d', plus petit et de même longueur c, on aura :

$$P' = \frac{M\,d'^3}{c}$$

d'où $P - P' = \frac{M}{c}(d^3 - d'^3) = \frac{M}{c}(d - d')(d^2 + dd' + d'^2)$

Cette relation donne la charge $P - P'$, que l'on peut appliquer à un cylindre creux des diamètres d et d', en admettant que le vide ne puisse pas être une cause de déformation, et par suite d'affaiblissement.

N.° 104. Soit $e = \frac{d - d'}{2}$, l'épaisseur de la paroi. Si elle est très-petite comparativement à d, on pourra, dans des calculs approximatifs, prendre $d^2 = dd' = d'^2$ et la fonction ci-dessus pourra s'écrire, en fesant $r = \frac{1}{2} d$.

$$P - P' = \frac{M_1}{c} e r^2$$

N.° 105. Dans une vis, (N.° 102), dont le noyau serait de rayon r, et l'enveloppe de rayon R, on aurait donc approximativement :

1.° Pour la charge du noyau :

$$\frac{M_1}{c} e r^2,$$

2.° Pour la charge de l'enveloppe :

$$\frac{M_1}{c} e R^2$$

Et 3.° Pour la charge de la vis, la somme des deux précédentes ; ci :

$$\frac{M_1}{c} e (R^2 + r^2),$$

de là, (N.° 51), $(P + p) \cos i = \frac{M_1}{c} e (R^2 + r^2)$, (z).

N.° 106. Nous supposerons que les tourillons sont très-près des extrémités de la vis, et nous prendrons en conséquence

$$c = L.$$

N.° 107. Le volume total du liquide qui charge la vis, (N.os 62 et 95), en admettant, ce qui pourra toujours s'obtenir, (N.° 130), que le déversement s'opère très-près du point le plus bas de l'ouverture supérieure de l'enveloppe, sera :

$$\frac{H_1}{2\pi r \cos i} \times N \frac{\cos i}{\sin i} \int_r^R f\left(\rho, \frac{2\pi r}{N}\right) d\rho$$

$$\text{ou} \quad \frac{H_1 \, N \int_r^R f\left(\rho, \frac{2\pi r}{N},\right) d\rho}{2\pi r \quad \sin i}$$

et son poids P, en appelant M′ sa pesanteur spécifique, sera :

$$P = \frac{M' \, H_1 \, N \int_r^R f\left(\rho, \frac{2\pi r}{N},\right) d\rho}{2\pi r \quad \sin i}; \; (a\,b)$$

N.° 108. Pour le poids p de l'appareil, nous prendrons le produit de la somme des surfaces n S, (N.° 98), des feuilles dont il se compose, par leur épaisseur e, et par la pesanteur spécifique M″ de la matière dont elles sont formées,

ci : $$p = M'' e\, n\, S.$$

N.° 109. Substituant à c et p leurs valeurs dans l'équation (z), (N.° 105), mise sous la forme

$$\frac{M_1 \, e\,(R^2 + r^2)}{c \cos i} - p = P$$

on a : $$\left(\frac{M_1 \,(R^2 + r^2)}{L \quad \cos i} - M'' n\, S\right) e = P.$$

$$\text{d'où } e = \frac{P\,L\cos i}{M_1\,(R^2 + r^2) - M''\,n\,S\,L\cos i},$$

$$\text{et } P = \frac{M''\,n\,S\,P\,L\cos i}{M_1\,(R^2 + r^2) - M''\,n\,S\,L\cos i}, \quad (a\ c)$$

N.° 110. Si l'on suppose que le prix de l'appareil soit proportionnel à son poids P, la meilleure disposition sera celle qui rendra en maximum le produit dynamique, (N.° 96), divisé par le poids P.

$$\text{ci}, \frac{H_1\,N\,\frac{\cos i}{\sin i}\int_r^R f\left(\rho, \frac{2\pi r}{N}\right) d\rho \left\{M_1\,(R^2 + r^2) - M''\,n\,S\,L\cos i\right\}}{M''\,n\,S\,P\,L\cos i}$$

$$\text{ou } \frac{H_1\,N\,\frac{\cos i}{\sin i}\int_r^R f\left(\rho, \frac{2\pi r}{N}\right) d\rho}{P}\left\{\frac{M_1\,(R^2 + r^2)}{M''\,n\,S\,L\cos i} - 1\right\}$$

et en substituant pour P, n, S et L leurs valeurs, en fonction de H_1, N, R, r et i, la formule devient, après réduction :

$$\frac{M_1\,(R^2 + r^2)\,(2\pi r)^2 \sin^2 i \cos i}{M'\,M''\,(H_1 + (\sqrt{R^2 - r^2} + R)\cos i)^2\,(N\pi(R^2 - r^2) + 2\pi r\,(2\pi r + 2\pi R)\cos i)}$$

$$- \frac{2\pi r \cos i}{M'}; \quad (a\ d)$$

N.° 111. Le second terme décroît, quand i augmente ; mais il est négatif ; il fait donc croître la fonction $(a\ d)$, quand i augmente.

Le premier terme, qui est positif, a pour facteur cos i ; l'autre facteur, qui a $\sin^2 i$ au numérateur et cos i en facteur, à des termes positifs du dénominateur, augmente quand i augmente. Ce

terme devient o pour $i = o$ et pour $i = 90°$; entre ces limites il y a un maximum.

Il y a donc une certaine inclinaison, qui rend la fonction $(a\ d)$ un maximum.

Nous ne chercherons pas cette inclinaison, parce que le calcul en est trop compliqué; mais nous ferons remarquer qu'elle correspond à une valeur de i supérieure à 45° et même à l'angle dont le sinus est au cosinus dans le rapport de $\sqrt{2}$ à l'unité.

En effet, lorsque l'angle i est de 45°, on a $\sin i = \cos i$ et $d \sin i = - d \cos i$; autant une légère augmentation $d\,i$, dans l'angle i, augmente $\sin i$, autant elle diminue $\cos i$; mais elle augmentera plus $\sin^2 i$ qu'elle ne diminuera $\cos i$, attendu que le maximum de la fonction $\sin^2 i \cos i$ répond à $\frac{\sin i}{\cos i} = \sqrt{2}$; le numérateur du premier terme recevra donc une augmentation tant que $\sin i$ ne sera pas plus grand que $\cos i \times \sqrt{2}$; le dénominateur diminuant quand i augmente ainsi que le second terme, qui est négatif, la fonction $(a\ d)$ croîtra avec i tant que $\sin i$ ne sera pas supérieur à $\cos i \sqrt{2}$ et même encore un peu au-delà.

Conclusion. Dans les fortes vis, où la charge de l'appareil influera sur l'épaisseur des parois et où l'on n'aura point à prendre la vitesse en considération, il faudra donc redresser l'axe tant que l'on n'aura point $\sin i > \cos i \sqrt{2}$ et que l'épaisseur ne sera point descendue au-dessous de la limite indiquée au N.° 97.

N.° 112. Dans les vis d'assez petites dimensions, pour que leur poids n'influe point sur l'épaisseur à donner aux parois, il y a de l'avantage à ce que la valeur de H_1 soit grande, (y'); mais dès que l'on doit avoir égard à l'épaisseur des parois, la vis est d'autant plus avantageuse que la hauteur H_1 est plus petite, (ad).

Nous n'essaierons pas de discuter plus amplement les formules (y') et $(a\ d)$; à cause de leur complication.

Du meilleur appareil, eu égard à la vitesse.

N.° 113. Nous allons maintenant prendre en considération la vitesse de la vis.

Il n'y a le plus souvent lieu d'y avoir égard que quand on dispose de moteurs puissants. On pourrait alors désirer de diminuer le poids et le prix de l'appareil, en le faisant fonctionner avec vitesse.

Mais les inconvénients de la vitesse sont particulièrement de diminuer le volume hydrophore, et d'augmenter la résistance du liquide au mouvement de la vis; car sa vitesse, parallèlement à l'axe, pourrait être utilisée par des dispositions convenables (N.os 56 et 130).

Si l'on savait à quelle limite le produit de la vis, dans un temps donné, cesse de croître et commence à décroître, quand la vitesse augmente, il resterait encore à résoudre la question de savoir à quelle limite l'économie obtenue dans le prix de l'appareil par l'accroissement de la vitesse, est couverte par l'augmentation de dépense, en force motrice.

Le calcul complet exigerait l'estimation en argent, du loyer de l'appareil et de la force motrice; il manquerait nécessairement de généralité, et serait d'ailleurs d'une grande complication.

Nous nous arrêterons donc aux aperçus, qui nous ont semblé les plus simples et les plus concluants.

N.° 114. Nous n'essaierons point de calculer le volume hydrophore dans l'hypothèse où le liquide, en raison de la vitesse relative avec laquelle il parcourt le canal héliçoïdal, y prendrait une pente.

Les premiers éléments du calcul, l'expression de la pente en fonction de la vitesse, ne peuvent résulter que d'expériences, qui manquent entièrement.

Les formules données pour les canaux étroits et les tuyaux de conduite ne sont point exactement applicables ici. Les hélices que parcourent les filets du volume hydrophore, sont d'autant plus longues, en général, qu'elles sont plus rapprochées des

parois; la vitesse relative y doit être plus grande, le frottement plus considérable, la pente plus forte. D'autre part, le canal héliçoïdal varie d'un point à l'autre, dans sa section et son périmètre mouillé. Enfin, l'aspect des formules, qui donnent le volume hydrophore, pour le cas du repos, ne laisserait aucun espoir d'obtenir une expression simple, pour le volume hydrophore, dans le cas du mouvement.

Diminution de produit due à la vitesse.

N.° 115. Nous ferons seulement observer que toutes les hélices concentriques à la vis et de même pas qu'elle, en même temps qu'elles ont leurs points le plus bas et le plus haut, c'est-à-dire ceux où leur pente est nulle, dans le plan tangent au noyau, suivant les génératrices horizontales du filet, ont leurs points, où leur pente est un maximum, dans un plan normal à celui-ci, suivant l'arête de contact de ce plan avec le noyau.

Nous entendons ici par pente la déclivité de l'hélice dans le sens du mouvement relatif du liquide.

N.° 116. Pour que cette proposition soit évidente, il suffit de se rappeler que les hélices, et par suite leurs tangentes, coupent, sous un angle constant, les génératrices des surfaces cylindriques où elles sont tracées, lesquelles sont parallèles à l'axe de la vis.

Soit A un point quelconque d'une hélice tracée sur un cylindre de rayon ρ. Menons le plan tangent en A à ce cylindre; il contient la génératrice du cylindre et la tangente à l'hélice en A. Menons par l'axe de la vis un plan parallèle à ce plan tangent, il contiendra la parallèle, à la tangente de l'hélice, que l'on mènerait par un certain point A_1 de l'axe.

Si nous faisons mouvoir le point A sur l'hélice et que nous conservions toujours le même point A_1 sur l'axe, pour y mener les parallèles aux tangentes de l'hélice, ce point A_1 sera le sommet d'une surface conique à base circulaire, ayant pour axe celui de la vis, et pour génératrice la parallèle à la tangente de l'hélice.

Or, celle des génératrices du cône, qui a la plus grande pente, est dans le plan vertical passant par l'axe de la vis; donc la tangente à l'hélice, au point où sa pente devient un maximum, est dans l'un des deux plans verticaux tangents à la surface cylindrique de rayon ρ, où est tracée cette hélice, et il est aisé de voir que c'est dans celui de ces plans qui est du côté de l'axe de la vis, où sont les génératrices horizontales du filet.

N.º 117. C'est donc dans cette partie de la vis qu'est chassé le liquide, quand sa vitesse relative lui donne de la pente.

Or, si l'on considère combien lorsque $R - r$ graudit, le volume hydrophore s'étend derrière l'axe de la vis, c'est-à-dire du côté opposé aux génératrices horizontales du filet (*voy.* N.º 182), on reconnaîtra qu'à moins que $R - r$ ne soit petit, il faut bien se garder de donner à l'appareil une grande vitesse.

Conclusion. Cette considération porterait, pour les fortes vis, celles dont on a intérêt à diminuer le poids en augmentant leur vitesse, à choisir pour r de grandes valeurs; dès-lors $\frac{R}{r}$ devient petit, et le volume hydrophore devenant proportionnel à N, on est intéressé à augmenter le nombre des filets.

N.º 118. Pour plus de précision recourons aux expressions algébriques :

La vitesse angulaire de la vis, (N.º 56), étant v, la vitesse angulaire des points de la surface héliçoïdale du filet, qui sont à une distance ρ de l'axe, sera $v\ \rho$, et la tranche de liquide, que portent ces points, parcourant une spire de longueur $\sqrt{(2\pi\rho)^2 + \left(2\pi r\frac{\cos i}{\sin i}\right)^2}$, lorsque ces points parcourent une circonférence de longueur $2\pi\rho$, la vitesse relative de cette tranche de liquide sera :

$$v\rho \frac{2\pi \sqrt{\rho^2 + r^2 \frac{\cos^2 i}{\sin^2 i}}}{2\pi\rho}, \quad \text{ou } v\sqrt{\rho^2 + r^2 \frac{\cos^2 i}{\sin^2 i}}.$$

Si l'on multiplie cette vitesse par le volume de la tranche de liquide (N.° 88 et 89), que l'on fasse la somme de tous les produits, pour les valeurs de ρ comprises entre $\rho = r$ et $\rho = R$, que l'on divise, par le volume hydrophore, on aura la moyenne des valeurs

$$v\sqrt{\rho^2 + r^2 \frac{\cos^2}{\sin^2 i}} ;$$

en lui donnant pour expression

$$v\sqrt{R^2 + r^2 \frac{\cos^2 i}{\sin^2 i}}$$

On en déduira, en ce qui concerne la vitesse relative du liquide dans le canal héliçoïdal, le rayon moyen R du volume hydrophore, supposé terminé à un plan horizontal, (N.° 63 et suivants).

Ainsi calculé le rayon R est plus faible que celui d'un volume hydrophore, où le liquide aurait de la pente, (N.° 53, 54 et 117) ; on est donc au-dessous de la vérité en estimant la vitesse relative moyenne à :

$$v\sqrt{R^2 + r^2 \frac{\cos^2 i}{\sin^2 i}}, \ (a\, e) .$$

Or, si l'on jette un coup-d'œil sur les coëfficients du tableau N.° 1, on reconnaîtra que le volume hydrophore augmente

rapidement avec R et que le rayon moyen R doit différer peu de R. La vitesse relative du liquide sera donc toujours fort sensible, pour des valeurs de v qui ne seront pas très-petites ; il faut alors y avoir égard dans la construction de l'appareil.

N.° 119. La vitesse absolue du liquide étant, (N.° 56),

$$v r \frac{\cos i}{\sin i}$$

sa vitesse ascensionnelle sera $v r \frac{\cos i}{\sin i} \sin i$, ou $v r \cos i$; le rapport de la vitesse relative moyenne à la vitesse ascensionnelle, sera

$$\frac{v \sqrt{\text{R}^2 + r^2 \frac{\cos^2 i}{\sin^2 i}}}{v r \cos i}, \quad \text{ou,} \sqrt{\frac{\text{R}^2}{r^2 \cos^2 i} + \frac{1}{\sin^2 i}}, \quad (a\,f).$$

N.° 120. Comme la vitesse ascensionnelle est proportionnelle au produit de la vis dans un temps donné, et que la vitesse relative est doublement nuisible, en ce qu'elle diminue le produit et qu'elle augmente la résistance, (N.os 53 et 54), l'appareil sera d'autant meilleur que l'expression $(a\,f)$ sera plus petite, c'est-à-dire que, pour la même vitesse ascensionnelle, on aura une plus petite vitesse relative ; il faut donc que $\frac{\text{R}}{r}$ soit petit, et par suite, dans les vis d'un grand produit, r et N très-grands. C'est une confirmation de ce que nous avons dit au N.° 117.

De la meilleure inclinaison

N.° 121. La différentielle de la fonction $\frac{\text{R}^2}{r^2 \cos^2 i} + \frac{1}{\sin^2 i}$, qui est sous le radical de l'expression $(a\,f)$, étant, lorsque l'on prend i pour variable indépendante :

$$\left(2 \frac{R^2}{r^2} \frac{\sin i}{\cos^3 i} - 2 \frac{\cos i}{\sin^3 i} \right) di.$$

La valeur de la fonction $(a f)$ est au maximum quand $\frac{2 R^2}{r^2} \frac{\sin i}{\cos^3 i} - 2 \frac{\cos i}{\sin^3 i} = o$, c'est-à-dire quand

$$\frac{\cos i}{\sin i} = \sqrt{\frac{R}{r}}.$$

Conclusion. N.° 122. Ainsi, dans l'état de la question, telle qu'elle est posée au N.° 120, la meilleure inclinaison d'une vis, mue avec vitesse, est celle qui correspond à

$$\frac{\cos i}{\sin i} = \sqrt{\frac{R}{r}}.$$

L'angle i sera donc toujours inférieur à 45°, et il s'en rapprochera d'autant plus que $\frac{R}{r}$ sera plus près de 1, que $R - r$ sera plus petit.

N.° 123. Or, dans les très-fortes vis, celles où l'épaisseur des parois dépend de l'inclinaison, l'on est intéressé à préférer les grandes valeurs de i aux petites, N.° 111; c'est une nouvelle confirmation du principe qu'il faut alors prendre de grandes valeurs pour r et N; il y en a d'autres encore.

Du frottement du liquide. N.° 124. La pente de l'eau dans le canal héliçoïdal ne dépend pas seulement de la vitesse relative du liquide; elle dépend encore de la section moyenne du canal et de son périmètre mouillé. Il faut, pour que cette pente soit faible, que la section soit forte et le périmètre mouillé petit.

Ce serait donc un défaut que de rapprocher beaucoup les filets et de les faire plonger profondément dans les volumes

hydrophores inférieurs. Pour l'éviter, dans les vis de fortes dimensions, il faut augmenter le rayon du noyau r; de là une valeur plus petite pour $\frac{R}{r}$, et l'utilité de prendre une grande valeur pour N, (N.° 117).

N.° 125. Lorsque les volumes hydrophores successifs ne se pénètrent pas, les seules surfaces mouillées sont la face supérieure du filet et celle de l'enveloppe; il est donc convenable que ces surfaces ne se coupent pas sous un angle trop aigu.

Cet angle est celui des plans tangents aux deux surfaces, ou de leurs normales, au point d'intersection.

Soit A ce point d'intersection, fig. 10.

APO un plan normal à l'axe de la vis.

O la trace de l'axe dans ce plan.

OA sera la normale à l'enveloppe.

Nous aurons $OA = R$,

Soit, dans ce plan :

AP une droite tangente en P au noyau; nous aurons $OP = r$

Et $AP = \sqrt{R^2 - r^2}$.

Soit PB la génératrice du noyau, passant en P. L'angle APB sera droit.

Prenons l'angle $PAB = i$; l'angle ABP sera $\frac{\pi}{2} - i$.

AB sera la normale à la surface du filet, (N.° 2), et l'angle OAB sera l'angle cherché. Nous aurons :

$$AB = \frac{AP}{\cos i} = \frac{\sqrt{R^2 - r^2}}{\cos i};$$

$$PB = AP \operatorname{tang} i = \sqrt{R^2 - r^2} \operatorname{tang} i.$$

Le triangle OBP étant rectangle en P, nous aurons :

$$OB = \sqrt{OP^2 + PB^2} = \sqrt{r^2 + (R^2 - r^2) \operatorname{tang}^2 i}$$

or nous avons $\cos OAB = \frac{\overline{AO}^2 + \overline{AB}^2 - \overline{OB}^2}{2\,\overline{AO} \times \overline{AB}}$

ou, en substituant aux droites leurs valeurs, trouvées ci-dessus, en fonction de R, de r et de i:

$$\cos OAB = \frac{R^2 + \frac{R^2 - r^2}{\cos^2 i} - r^2 - (R^2 - r^2)\tan^2 i}{2R\sqrt{\frac{R^2 - r^2}{\cos i}}}$$

et en réduisant

$$\cos OAB = \frac{\sqrt{R^2 - r^2}}{R} \cos i.$$

$\sqrt{R^2 - r^2}$ peut varier de o à R, quand r varie de $r = R$ à $r = o$; dans le premier cas $\cos OAB = o$, dans le second $\cos OAB = \cos i$; l'angle O A B est donc compris entre l'angle droit et l'angle i; il se rapproche d'autant plus de l'angle droit que le rayon de l'enveloppe se rapproche plus de celui du noyau, que $\frac{R}{r}$ est plus près de 1.

Conclusion. N.° 126. Ainsi l'examen de la question du frottement du liquide dans le canal héliçoïdal, nous porte à rejeter, pour les appareils mus avec vitesse, les très-petites inclinaisons, et les volumes hydrophores, qui se pénètrent profondément, et par suite à prendre une grande valeur pour r et un grand nombre N de filets.

Il y a cependant, on le conçoit, des limites dans lesquelles il faut se renfermer; la discussion des résultats du tableau N.° 1 les fait connaître.

Si l'on divise chacun des nombres des 2.e, 3.e, 4.e, etc., colonnes

de ce tableau, par le cube de la valeur de $\frac{R}{r}$, donnée par le nombre correspondant de la 1.re colonne, on aura les coefficients, par lesquels il faudra multiplier $\frac{\cos i}{\sin i} R^3$, pour avoir, en mètres cubes, le volume de l'espace hydrophore, sur la longueur d'un pas, ou, en d'autres termes, ces coefficients donneront, pour l'inclinaison de 45.°, le volume hydrophore, pour la longueur d'un pas, de vis, dont l'enveloppe aurait un rayon égal à l'unité.

Volume hydrophore maximum maximorum.

On trouvera ainsi quelles sont les valeurs de $\frac{R}{r}$ auxquelles correspond le volume hydrophore maximum; et il faudra éviter de s'en écarter beaucoup, dans la pratique, pour n'avoir point d'appareils d'un trop grand diamètre.

Les proportions, qui donnent le maximum, sont, en nombres ronds, comme il suit (V. le tableau N.° 1 *bis*, et la fig. (5-9) *bis*):

NOMBRE des filets.	VALEURS DE $\frac{R}{r}$ voisines du maximum.	VOLUME HYDROPHORE maximum pour $R = 1$, $i = 45°$.
		m c
1	7	1,04
2	5	1,44
3	4,5	1,71
4	4	1,87
5	3,8	2,00
6	3,6	2,09
8	3,4	2,26
10	3,2	2,36

Construction.

N.° 127. L'écartement des filets sera donné le plus souvent par les convenances de la construction; de leur écartement et de leur nombre N, on déduira, (N.° 11), connaissant l'inclinaison i de la vis, la valeur r du rayon du noyau; les autres éléments s'obtiendront selon les données, par l'application des règles qui précèdent. Nous ajouterons ici, pour l'exécution, quelques observations à celles que nous avons faites dans la première partie de ce mémoire.

L'écartement des filets, mesuré parallèlement à l'axe de la vis, est, en faisant abstraction de leur épaisseur, (N.° 82 et 95),

$$D \frac{\cos i}{\sin i}, \text{ ou, } \frac{2\pi r}{N} \frac{\cos i}{\sin i}, \text{ ou, } \frac{p}{N}$$

Mesuré dans un plan normal aux surfaces héliçoïdales, il est

$$D \cos i, \text{ ou, } \frac{2\pi r}{N} \cos i, \text{ ou, } \frac{p}{N} \sin i;$$

c'est la hauteur du pas divisée par le nombre des filets; c'est aussi la largeur des bandes rampant en hélices, entre les filets, le long du noyau, et dont la surface du noyau pourrait être formée.

Celle des bandes de l'enveloppe serait, en représentant par i' l'angle sous lequel la trace du filet en coupe les génératrices,

$$D \frac{\cos i}{\sin i} . \sin i'; \text{ ou, } \frac{p}{N} \sin i'.$$

Pour faire usage de cette expression, on peut y remplacer i', si cet angle est inconnu, en fonction de p et de R, si ces quantités sont connues; à cet effet, observons qu'en déployant l'enveloppe sur un plan, sa base 2π R, sa génératrice prise sur la longueur

d'un pas p, et la trace du filet sur la longueur d'une spire, forment un triangle rectangle, dont l'un des angles aigus est i',

$$\text{d'où : } \sin i' = \frac{2\pi R}{\sqrt{p^2 + (2\pi R)^2}}$$

et par suite, on peut mettre $\frac{p}{N} \sin i'$ sous la forme :

$$\frac{2\pi R p}{N\sqrt{p^2 + (2\pi R)^2}},$$

Enfin si, dans cette expression, on remplace p par sa valeur en fonction de r et de i (N.° 11), ou lui donne la forme :

$$\frac{2\pi R.\, 2\pi r \cos i}{N\sqrt{(2\pi r \cos i)^2 + (2\pi R \sin i)^2}},$$

$$\text{ou, } \frac{2\pi R.\, D.\, \cos i}{\sqrt{(2\pi r \cos i)^2 + (2\pi R \sin i)^2}};$$

On poura se dispenser de calculer les expressions qui précèdent, si l'on veut faire usage de la construction graphique indiquée *fig.* 2.

La ligne A E étant le développement de la circonférence du noyau de rayon r, si l'on prolonge E F, que l'on porte sur cette ligne des divisions de longueur $\frac{D \cos i}{\sin i}$ égale à l'écartement des filets mesuré parallèlement à l'axe de la vis, que, par chacun des points de division, on mène une parallèle à A F, et que l'on arrête ces parallèles à la ligne A K, on aura la surface développée du cylindre de rayon r, avec la trace des hélices de rebroussement. Cette surface enroulée sur le noyau de rayon r, la ligne E F restant parallèle aux génératrices du cylindre, y donnera la trace des hélices de rebroussement.

De même, sur la ligne E L, on pourra construire le développement de la surface intérieure de l'enveloppe de rayon R, en prolongeant E F et lui menant une parallèle par le point L, des parallèles à la ligne F L, écartées de D $\frac{\cos i}{\sin i}$ suivant EF, y donneront les traces de la surface des filets.

On aura ainsi la largeur des bandes dont l'enveloppe pourrait être formée; des lignes parallèles à E L donneront la coupe de ces bandes à l'extrémité supérieure de la vis.

Pour la coupe à la partie inférieure, on se conformera à ce qui est dit ci-après, N.° 129.

Il y a certains modes de construction pour lesquels il est fort utile de connaître l'angle, (N.° 125), sous lequel le filet rencontre l'enveloppe; il est aisé de le construire sur la figure 2.

En effet, si l'on mène H P perpendiculairement à A F, on aura $AP = \sqrt{R^2 - r^2} \times \cos i$. Prolongeant la ligne H P jusqu'en un point Q, tel que, joignant A Q, on ait $AQ = R$; on aura $AQ \cos QAP = AP$, ou, $R \cos QAP = AP = \sqrt{R^2 - r^2} \times \cos i$; l'angle Q A P sera donc l'angle cherché.

Observons encore que : A G étant la longueur l de l'élément de la surface héliçoïdale du filet, si ce filet se termine par une génératrice à la partie inférieure, et l'enveloppe par une circonférence de cercle, $GH' = l \cos i$ sera l'excédant de longueur de l'enveloppe sur la partie du noyau de rayon r que touchera le filet à l'extrémité inférieure de la vis, et $AH' = l \sin i$, (N.° 61), la profondeur, dont devra plonger, dans le liquide du bassin inférieur, le centre de la circonférence terminale de l'enveloppe, cette profondeur étant mesurée dans le plan de cette circonférence.

Ce que nous avons dit de l'enveloppe de rayon R est applicable à la surface d'un noyau de rayon r', qui serait plus gros que celui qui porte l'hélice de rebroussement ; on peut en cons-

truire de même la surface développée, les lignes d'intersection avec la surface des filets, l'angle sous lequel ces surfaces se coupent, etc.

A l'aide de cette figure 2, on peut aussi très-aisément construire la longueur L, que devra avoir l'enveloppe de la vis.

En effet, cette longueur, (N.° 61), est

$$L = \frac{H_1}{\sin i} + (\sqrt{R^2 - r^2} + R)\frac{\cos i}{\sin i}.$$

Or, le premier terme du second membre peut s'obtenir en portant H_1 sur AE, menant à chaque extrémité des parallèles à EF, elles détacheront, de la droite AF, la longueur $\frac{H_1}{\sin i}$;

Le second terme s'obtiendra en rabattant sur AE le côté $AH = \sqrt{R^2 - r^2}$, y ajoutant la longueur R et menant, à l'extrémité, une parallèle à EF ; cette parallèle, terminée d'une part à AE, d'autre part à AF, aura pour longueur,

$$(\sqrt{R^2 - r^2} + R)\frac{\cos i}{\sin i}.$$

Cette longueur ajoutée à celle de $\frac{H_1}{\sin i}$, construite comme il a été dit ci-dessus, donnera L.

Ainsi la figure 2 dispense de presque tous les calculs.

TROISIÈME PARTIE.

Des modifications dont chacune des parties de la vis est susceptible.

§ 7. DE L'ENVELOPPE.

De sa forme à chaque extrémité.

N.° 128. Nous avons admis que l'enveloppe aurait la même longueur que le filet, c'est-à-dire qu'à chaque extrémité elle se terminerait à un plan normal à l'axe de la vis, passant par le point où elle est coupée par la dernière génératrice du filet.

N.° 129. A la partie inférieure, dans le cas des grandes vitesses, pour faciliter l'accès de l'espace hydrophore à l'eau ambiante, il y aurait utilité à échancrer l'enveloppe, soit, si elle est en bois, en la découpant suivant celle de ses génératrices, qui aboutit à la dernière génératrice du filet, et détachant la pièce comprise entre cette découpure et le filet suivant, soit, si l'enveloppe est en métal, en substituant, pour cette découpure, à sa génératrice, une ligne plus voisine de la trace du niveau de l'eau contenue dans l'espace hydrophore. Cette trace se déplace tandis que l'eau s'élève; ses positions successives peuvent se représenter aisément par des sinusoïdes sur l'enveloppe de la vis, après qu'elle a été développée sur un plan; en dessinant quelques unes de ces courbes, on évitera de faire une échancrure qui pénétrerait dans le volume hydrophore.

Sa longueur eu égard à celle du filet.

N.° 130. A la partie supérieure, il pourrait y avoir quelque utilité à prolonger l'enveloppe au-delà du point où la coupe la dernière génératrice du filet; on économiserait ainsi, soit une partie de la chûte sous laquelle l'eau est inutilement déversée, (N.° 59), soit une partie de la quantité d'action, (N.° 56), qu'emporte inutilement l'eau en s'échappant avec vitesse.

N.° 131. Pour apprécier la première de ces deux économies, et la réaliser au besoin, recherchons à quelle hauteur au-dessus du point le plus bas de l'ouverture supérieure de l'enveloppe, le déversement de l'eau commence.

Le déversement commence quand, sur la circonférence qui termine, dans le haut, l'enveloppe de la vis, le pied de la dernière génératrice du filet atteint, dans son mouvement de rotation, la hauteur du niveau de l'eau dans la spire immédiatement inférieure.

C'est donc la hauteur de ce point au-dessus du point le plus bas de l'ouverture supérieure de la vis qu'il faut chercher.

N.° 132. Du N.° 77 on tire, pour l'une des équations de la trace du filet sur l'enveloppe :

$$z \pm m\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i}\left\{ r\frac{s}{R} - r \text{ arc cos} \frac{\sqrt{R^2-r^2}}{R} - \sqrt{R^2-r^2} + r\frac{\pi}{2} \right\};(k''')$$

Du N.° 78, on tire, pour l'une des équations de la courbe d'intersection de l'enveloppe avec le plan du niveau de l'eau, dans la spire immédiatenent inférieure à celle que l'on considère, N étant le nombre des filets de la vis :

$$z \pm m\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} + \frac{1}{N}\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i}\left(- R \cos \frac{s}{R} + r\frac{\pi}{2} \right);(f')$$

m ayant la même valeur dans (k''') et (f'). En faisant co-exister ces deux équations, on pourra en déduire les valeurs de s et de z correspondantes aux points d'intersection des deux courbes.

Les retranchant donc membre à membre, supprimant le facteur commun $\frac{\cos i}{\sin i}$, réduisant et transposant, on trouve, sous une autre forme la relation du N.° 83, ci :

$$r\frac{s}{R} + R \cos \frac{s}{R} + \frac{2\pi r}{N} = r \text{ arc cos} \frac{\sqrt{R^2-r^2}}{R} + \sqrt{R^2-r^2},$$

et en divisant par r

$$\frac{s}{R} + \frac{R}{r} \cos \frac{s}{R} + \frac{2\pi}{N} = \text{arc cos} \frac{\sqrt{\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1}}{\frac{R}{r}} + \sqrt{\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1}.$$

expression qui montre que la valeur de $\frac{s}{R}$ est indépendante de i et qu'elle ne varie pas quand $\frac{R}{r}$ est constante.

N.° 133. On se rappelle que nous comptons les valeurs de s, (N.° 68), à partir du plan vertical passant par l'axe de la vis, lequel coupe toutes les surfaces cylindriques, concentriques à la vis, suivant la même génératrice, quelle que soit la valeur de l'angle i. Donc, en suivant la circonférence, qui termine l'enveloppe à sa partie supérieure, la distance du point le plus bas de cette circonférence à celui où le déversement commence, est indépendante de i. Cet arc projeté sur le diamètre, qui est dans le plan vertical passant par l'axe de la vis, y donnera une flèche, dont la valeur sera indépendante de i. Cette flèche multipliée par $\cos i$, donnera la hauteur cherchée. La flèche de l'arc s est égale au pendant de R multiplié par le sinus verse de $\frac{s}{R}$.

N.° 134. Pour faciliter le calcul, nous donnerons, sous le N.° 2, une table des valeurs des sinus verses de $\frac{s}{R}$ pour les mêmes valeurs de $\frac{R}{r}$ et N, qui figurent dans la table N.° 1, ou, ce qui en sera l'équivalent, le tableau de ces sinus verses multipliés par $\frac{R}{r}$.

Ces valeurs ont été obtenues par une opération graphique, dont on ne garantit pas la parfaite précision; mais, pour l'objet dont il s'agit, l'approximation suffit.

N.° 135. Cela posé, passons à l'examen de la longueur de l'enveloppe. Supposons la vis en mouvement, et arrêtons-la au moment où le déversement d'un volume hydrophore commence, (N.° 131); dans cette position, le plan du niveau de l'eau qui va se déverser, et qui est soutenue par un certain filet, passe au point où la dernière génératrice du filet suivant perce l'enveloppe. Prolongé par la pensée, ce plan coupera l'enveloppe suivant une ellipse dont l'un des sommets sera sur sa génératrice la plus basse. C'est par ce point qu'il con-

vient de mener le plan, qui terminera l'enveloppe normalement à son axe. De la sorte, le déversement pourra, à la rigueur, commencer à la hauteur du niveau de l'eau, dans le bassin supérieur, et comme le volume hydrophore, qui se déverse, est soutenu par la marche ascensionnelle du filet, on est certain que ce volume hydrophore se videra en totalité, bien qu'il reste toujours de l'eau dans la vis, entre le dernier filet et le sommet de l'arête inférieure de l'enveloppe.

N.° 136. Si l'on voulait utiliser la vitesse ascensionnelle de l'eau, il faudrait prolonger l'enveloppe davantage encore, d'une quantité telle que l'eau, en y montant pour s'échapper, perdît de sa vitesse ce que l'on aurait voulu en utiliser. Toutefois nous pensons que rarement on aura lieu d'appliquer cette règle, soit parce que les volumes hydrophores se pénétreront peu, soit parce que la vitesse absolue du liquide sera petite; bien plus souvent, il faudra s'efforcer de réduire la chûte sous laquelle s'opère le déversement, et c'est ce à quoi l'on pourra réussir par la disposition indiquée à la fin de l'article suivant.

Enveloppe de la vis employée comme moteur.

N.° 137. C'est surtout lorsque la vis est destinée à être employée comme moteur, que le prolongement de l'enveloppe, à la partie supérieure, est utile; car l'eau motrice peut y pénétrer par le point le plus bas de l'ouverture supérieure de l'enveloppe, qui est à une hauteur constante, et pourtant emplir exactement chaque volume hydrophore, bien que son ouverture se présente, dans le haut, à des hauteurs variables, dans le plan normal à l'axe de la vis, qui termine le filet; de plus, selon l'abondance de l'eau motrice, on peut prolonger l'enveloppe de sorte que l'eau pénètre, sous l'influence d'une chûte et par suite avec vitesse, dans l'espace hydrophore; or, cela est nécessaire quand la vitesse rotative de la vis doit être grande. Si l'on voulait épargner cette chûte à petite vitesse, on pourrait remplacer, à la partie supérieure, sur une certaine zône, l'enveloppe mobile par une enveloppe fixe et l'échancrer comme il est dit à la fin du N.° 132. Cette disposition est sans doute la plus convenable pour les grands appareils et les petites chûtes.

§ 8. DU FILET.

Sa longueur N.° 138. Lorsque l'on juge à propos de prolonger l'enveloppe au-delà du filet, à la partie supérieure de la vis, si la longueur de l'enveloppe est donnée par le calcul du N.° 61, celle du filet doit être moindre de la quantité appelée ci-dessus l'allongement de l'enveloppe.

Nous avons donné, aux N.os 133 et 134, le moyen de calculer quelle est, au moment où commence le déversement de l'eau contenue dans un volume hydrophore, la longueur dont plonge sous le niveau de cette eau, celui des diamètres de la circonférence décrite par le pied de la dernière génératrice du filet, qui serait dans le plan vertical passant par l'axe de la vis. Cette longueur, multipliée par $\frac{\cos i}{\sin i}$, donne l'allongement de l'enveloppe, et par suite, de combien doit être diminuée la longueur du filet, parallèlement à l'axe de la vis.

Cette quantité est une limite qu'il ne faut pas atteindre, attendu qu'il faut une certaine chûte pour déterminer le déversement de l'eau par l'ouverture supérieure de l'enveloppe.

Sa forme à chaque extrémité. N.° 139. La forme à donner au filet, dans ses arêtes en contact avec le noyau et l'enveloppe, ne peut être douteuse. Il est de toute convenance de le terminer par une génératrice à la partie inférieure ; à la partie supérieure, si, dans le plan vertical passant par l'axe de la vis on mène une droite horizontale par le sommet de la génératrice inférieure de l'enveloppe ; que cette horizontale, terminée à l'axe de la vis, soit prise pour génératrice d'une surface conique à base circulaire, dont l'axe soit celui de la vis, toute la surface du noyau et du filet, qui sera comprise dans ce cône, serait inutile au jeu de l'appareil, s'il ne fallait, comme nous l'avons dit ci-dessus, une chûte pour l'évacuation de l'eau. Le plus communément on sera porté à terminer le filet à un plan normal à l'axe passant par le sommet de l'enveloppe.

§ 9. DU NOYAU.

Noyau virtuel et noyau effectif.

N.° 140. Dans le cas où, soit que le moteur fût appliqué au noyau, soit pour tout autre motif, on voudrait, sans changer les autres parties de l'appareil, augmenter le diamètre du noyau, ce qui ne diminuerait pas beaucoup la capacité hydrophore de la vis, il faudrait distinguer, dans le projet, le noyau virtuel, dont le rayon indiqué ci-dessus par la lettre r répond à la relation du N.° 11, et le noyau effectif ou matériel, dont nous représenterons à l'avenir le rayon par la lettre r.

Limite de grosseur du noyau effectif.

N.° 141. Ce noyau effectif doit être tel, (N.° 36), qu'il n'intercepte pas la libre circulation de l'air dans la partie non plongée de la vis. Les considérations du N.° 45 nous permettront de calculer la limite r_1 de la valeur à donner à son rayon r.

Observons d'abord que cette limite, (N.° 36), est donnée par l'hélice, qui, tracée sur la surface inférieure d'un filet, touche le liquide de la spire, qui se trouve immédiatement au-dessous. Prenons, pour la génération de cette hélice, celle qui est donnée au N.° 45.

N.° 142. Au point de contact, le point A est dans un plan vertical, tangent au noyau virtuel de la vis, et l'une des deux droites, que suit le fil tangentiellement au noyau, est horizontale; elle est dans le prolongement de la génératrice horizontale, qui détermine la hauteur du niveau de l'eau dans la spire inférieure.

N.° 143. Si nous continuons à décrire l'hélice limite en cheminant du côté des générations horizontales du filet et que nous fassions mouvoir le point A jusqu'à ce qu'il revienne dans le même plan vertical tangent au noyau virtuel, la seconde branche rectiligne du fil, qui aboutit au point A, sera alors devenue horizontale à son tour, et touchera le noyau virtuel en un point dont la distance, au niveau de l'eau, mesurée suivant ce noyau, sera tout à la fois :

1.° L'écartement des deux hélices suivant lesquelles le fil est enroulé.

2.° Le vide compris entre deux filets.

Soit $D_1 = D\frac{\cos i}{\sin i} = \frac{p}{N} = \frac{2\pi r}{N}\frac{\cos i}{\sin i}$, (N.os 82 et 95), cette distance.

N.° 144. Soit l_1 la longueur d'une des deux parties rectilignes du fil, r_1 étant le rayon du cylindre sur lequel se trouve le point A.

Si nous menons, par le point A, pris dans une quelconque de ses positions, deux plans, dont l'un soit tangent au noyau virtuel et l'autre perpendiculaire à l'axe de la vis, ils se couperont suivant une droite, dont la partie comprise entre le point A et son point de contact avec le noyau virtuel aura également pour expressions $l_1 \sin i$ et $\sqrt{r_1^2 - r^2}$.

De là l'équation :

$$\sqrt{r_1^2 - r^2} = l_1 \sin i.$$

$$\text{d'où } l_1 = \frac{\sqrt{r_1^2 - r^2}}{\sin i}.$$

N.° 145. Par le point A menons un nouveau plan qui passe par l'axe de la vis; il coupera la surface du noyau virtuel suivant une génératrice sur laquelle nous mesurerons la distance D_1 des deux hélices que suit le fil.

N.° 146. A cet effet, supposons l'une de ces hélices prolongée sur le noyau virtuel jusqu'à la génératrice dont il s'agit, (N.° 145), elle la coupera en un point dont la distance au plan normal à l'axe, (N.° 144), sera $\frac{1}{2}D_1$.

N.° 147. La distance du même point de rencontre à celui où le fil se détache du noyau virtuel, cette distance étant mesurée parallèlement à l'axe, sera :

$$r \text{ arc tang. } \frac{\sqrt{\text{r}_1^2 - r^2}}{r} \frac{\cos i}{\sin i}.$$

N.° 148. La somme de ces distances sera celle du point où le fil se détache du noyau virtuel au plan mené par le point A perpendiculairement à l'axe, (N.° 144). Mais cette dernière distance n'est autre que

$$l_1 \cos i, \text{ ou }, \frac{\sqrt{\text{r}_1^2 - r^2}}{\sin i} \cos i.$$

de là l'équation

$$\frac{1}{2} \text{D}_1 + r \text{ arc tang. } \frac{\sqrt{\text{r}_1^2 - r^2}}{r} \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\sqrt{\text{r}_1^2 - r^2}}{\sin i} \cos i.$$

N.° 149. Mettant pour D_1 dans cette expression, la longueur du vide laissé entre deux filets consécutifs et que l'on aurait mesurée suivant les génératrices du noyau ou de l'enveloppe, on en tirerait la valeur de r_1 qui serait la limite cherchée.

N.° 150. Mais, si l'on substitue, dans cette équation, à D_1 sa valeur $\frac{2\pi r}{\text{N}} \frac{\cos i}{\sin i}$, elle se simplifie ; car le facteur $\frac{\cos i}{\sin i}$ devenant commun à tous les termes, il peut être supprimé, et l'on a :

$$\frac{\pi r}{\text{N}} + r \text{ arc au tang } \frac{\sqrt{\text{r}_1^2 - r^2}}{r} = \sqrt{\text{r}_1^2 - r^2}.$$

N.° 151. Cette expression montre que l'on peut obtenir r_1 en fonction de r et de N, indépendamment de l'inclinaison i de la vis, ce qui concorde avec les équations des N.os 81, 83 et 132. (Voy. notes 4.e et 6.e)

De plus tous les termes en sont divisibles par r, de telle sorte qu'elle peut s'ecrire :

$$\frac{\pi}{N} + \text{arc tang} \sqrt{\frac{\mathrm{r}_1^2}{r} - 1} = \sqrt{\frac{\mathrm{r}_1^2}{r^2} - 1};$$

d'où il résulte que, pour la même valeur de N, r_1 est proportionnel à r.

En faisant successivement $N = 1$, $N = 2$, $N = 3$, $N = 4$, $N = 5$, $N = 6$, $N = 8$, $N = 10$; on a $\frac{\mathrm{r}}{r} = 6,116$, $\frac{\mathrm{r}_1}{r} = 4,583$, $\frac{\mathrm{r}_1}{r} = 3,$[illegible]$0$, $\frac{\mathrm{r}_1}{r} = 2,958$, $\frac{\mathrm{r}_1}{r} = 2,616$, $\frac{\mathrm{r}_1}{r} = 2,383$, $\frac{\mathrm{r}_1}{r} = 2,10$ et $\frac{\mathrm{r}_1}{r} = 1,925$.

N.° 152. Au calcul, que cette équation exige, on peut substituer une construction graphique fort simple, comme il suit : *fig.* 14, tracez sur un plan la circonférence de rayon r et sa développante ; à partir de l'origine de celle-ci, portez, sur la circonférence, dans la direction du rayon vecteur de la développante, un arc $AB = \frac{\pi r}{N}$; le rayon OB mené par l'extrémité de cet arc étant prolongé jusqu'à sa rencontre, en C, avec la développante, donnera la longueur cherchée, r_1.

N.° 153. En effet, par le point C, menons la tangente C S à la circonférence de rayon r. Menons le rayon O S, qui passe par le point de contact, nous aurons :

$$AB = \frac{\pi r}{N},\ CS = \sqrt{\overline{OC}^2 - r^2},\ BS = r \text{ arc tang } \frac{\sqrt{\overline{OC}^2 - r^2}}{r}$$

et

$$\frac{\pi r}{N} + r \text{ arc tang } \frac{\sqrt{\overline{OC}^2 - r^2}}{r} = \sqrt{\overline{OC}^2 - r^2}.$$

Utilité d'un gros noyau.

N.° 154. Est-il convenable d'adopter un noyau plus gros que le noyau virtuel ?

La somme des surfaces du noyau, du filet et de l'enveloppe d'une vis, dont le rayon du noyau virtuel est r, celui du noyau r, et celui de l'enveloppe R, est, pour la longueur d'un pas, (N.os 22, 23 et 24) :

$$S = N \frac{\pi (R^2 - \mathrm{r}^2)}{\sin i} + (2\pi R + 2\pi \mathrm{r})\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i}$$

son volume hydrophore étant :

$$\int_r^R f\left(\rho, \frac{2\pi r}{N}\right) d\rho - \int_r^{\mathrm{r}} f\left(\rho, \frac{2\pi r}{N}\right) d\rho.$$

le poids P de l'eau, qui chargera la vis, pour une différence de hauteur H_1 entre les niveaux extrêmes, sera, (N.° 107),

$$P = \frac{M' H_1 N \left\{ \int_r^R f\left(\rho, \frac{2\pi r}{N}\right) d\rho - \int_r^{\mathrm{r}} f\left(\rho, \frac{2\pi r}{N},\right) d\rho \right\}}{2\pi r \sin i}$$

Le poids p de l'appareil sera, (N.° 109) :

$$p = \frac{M'' n\, S P L \cos i}{M_1 (R^2 + \mathrm{r}^2) - M'' n\, S L \cos i}$$

Le rapport du produit dynamique, (N.° 96), au poids p, sera :

$$\frac{H_1 N \frac{\cos i}{\sin i} \left\{ \int_r^R f\left(\rho_1 \frac{2\pi r}{N}\right) d\rho - \int_r^{\mathrm{r}} f\left(\rho_1 \frac{2\pi r}{N}\right) d\rho \right\}}{P}$$

$$\times \left\{ \frac{M_1 (R^2 + \mathrm{r}^2)}{M'' n\, S L \cos i} - 1 \right\}$$

et, en substituant pour P, n, S et L leurs valeurs en fonction de H_1, N, R, r et i,

$$\frac{M_1\,(R^2+\rho^2)\,(2\pi r\sin i)^2\cos i}{M'M''(H_1+(\sqrt{R^2-r^2}+R)\cos i)^2\,(N\pi(R^2-\rho^2)+2\pi r\,(2\pi R+2\pi\rho)\cos i)}$$

$$-\frac{2\pi r\cos i}{M'}\;;\quad (y'')$$

en considérant ρ comme seule variable indépendante, on trouverait, en différenciant, la valeur de ρ qui rend cette fonction un maximum; mais le calcul se complique d'un très-grand nombre de termes.

Si l'on observe que la formule (y'') peut s'écrire :

$$\frac{R^2+1^2}{R+\rho}\times\frac{M_1\,(2\pi r\sin i)^2\cos i}{M'\,M''(H_1+(\sqrt{R^2-r^2}+R)\cos i)^2\,(N\pi(R-\rho)+2\pi r\,2\pi\cos i)}$$

$$-\frac{2\pi r\cos i}{M'}$$

on reconnaît que le second terme est indépendant de ρ et que l'autre, qui est positif, se compose de deux facteurs, dont le second augmente évidemment avec ρ et le premier diffère peu de l'unité et augmente avec ρ dès que l'on a $R > o,414\,\rho$.

En effet, soit $\rho = m\,R$, la fonction $\frac{R^2+\rho^2}{R+\rho}$ ci-dessus sera :

$$R\,\frac{1+m^2}{1+m}\;;$$

Soit
$$\frac{1+m^2}{1+m}=y\;;$$

m étant égal à o on aura $y=1$; on trouvera la même valeur

pour $m = 1$; mais on aura $y < 1$ pour des valeurs de m comprises entre o et 1.

Pour obtenir la valeur de m, qui rend y un maximum; faisons $\frac{dy}{dm} = o$;

ou,

$$\frac{1}{(1+m)^2}(m^2 + 2m - 1) = o$$

Nous tirerons de cette équation

$$(m+1)^2 = 2,$$

ou,

$$m = -1 \pm \sqrt{2} = -1 \pm 1{,}414;$$

La valeur de y commence donc à croître avec m quand m devient plus grand que 1,414—1, ou 0,414.

Par suite, la fonction $R\frac{1+m^2}{1+m}$ où $\frac{R^2+r^2}{R+r}$ commence à croître avec r quand r devient plus grand que 0,144 R.

Il y a donc de l'avantage à prendre de grandes valeurs pour r, quand le poids de l'appareil doit être pris en considération : à plus forte raison en est-il ainsi, quand le volume de l'appareil n'influe pas sur l'épaisseur des feuilles, dont il se compose. Pour concilier ce résultat avec ceux, qui ont été donnés au N.° 119 et suivants, il suffira de prendre de grandes valeurs pour r et N dans les vis à grande vitesse.

Longueur du noyau. N.° 155. Quant à la longueur à donner au noyau, il ne peut être utile que d'en donner le minimum. A la partie inférieure, le noyau pourra être terminé au point, où le rencontre la dernière des génératrices du filet, qui touchent l'enveloppe; il pourra donc être plus court que l'enveloppe de toute la longueur de la projection de cette génératrice sur l'axe de la vis, (N.° 61), ci :

$$\frac{\cos i}{\sin i}\left\{\sqrt{R^2 - r^2} - \sqrt{r^2 - r^2}\right\}.$$

N.° 156. A la partie supérieure, sauf la chûte nécessaire au déversement de l'eau, le noyau pourra être plus court que l'enveloppe, d'une quantité égale à la projection, sur l'axe de la vis, de la génératrice du cône auquel peut se terminer le filet, (N.° 139), ci :

$$\frac{\cos i}{\sin i}(\mathrm{R} - \mathrm{r}).$$

§ 10. DE LA VIS HOLLANDAISE.

N.° 157. Nous avons supposé jusqu'ici le filet adhérent à l'enveloppe et au noyau, et les entraînant dans son mouvement de rotation. Nous allons examiner la modification, qui consisterait à l'en détacher.

N.° 158. Nous avons vu, au N.° 35, que, dans les conditions des N.os 13 et 29, le noyau de la vis peut être supprimé sans que le volume hydrophore en soit diminué; mais cela n'est vrai que quand le noyau effectif est égal au noyau virtuel; quand le noyau effectif est plus gros que le noyau virtuel, on ne peut le détacher du filet sans qu'une partie de l'eau contenue dans l'espace hydrophore ne s'échappe par l'interstice.

Avantages et inconvéniens de cette vis.

N.° 159. La même cause de perte existe nécessairement dans les vis où le filet est détaché de l'enveloppe, et elle est d'autant plus forte que l'hélice d'intersection des surfaces du filet et de l'enveloppe est plus longue et plonge à une plus grande profondeur sous la génératrice horizontale du filet.

Mais ici cette cause de perte peut être compensée par des avantages particuliers; les plus importants sont :

1.° Que l'air a un libre accès dans toutes les spires, quelle que soit la grosseur du noyau effectif.

2.° Que les tourillons de la vis sont déchargés du poids de l'enveloppe.

3.° Que l'enveloppe étant fixe, on peut la construire très-solidement et avec économie.

4.° Que l'on peut l'échancrer à la partie supérieure, de manière à diminuer la chûte, sous laquelle le déversement de l'eau s'opère.

5.° Que, dans les parties plongées, lorsque la vis est trop longue par le bas, l'eau ambiante n'est plus entraînée dans le mouvement de rotation du filet, mais seulement poussée normalement par lui.

6.° Enfin, que la vitesse relative de l'eau et de l'appareil reste bien la même que dans les vis ordinaires, en ce qui concerne le filet, mais qu'elle se réduit, pour l'enveloppe, à la vitesse de translation du liquide, parallèlement à l'axe de la vis, (N.° 56). Or, ce dernier point est très-important lorsque la vis est mue avec une grande vitesse, (N.° 53).

Conditions d'équilibre.

N.° 160. Il importe donc d'examiner quelles sont les conditions d'équilibre d'une vis, dont le filet est détaché de l'enveloppe. Nous considérerons d'abord les spires, qui ne plongent pas dans le bassin inférieur. Les parties mouillées de l'enveloppe et du filet sont pressées normalement par le liquide contenu dans le volume hydrophore, et ces pressions ont, comme nous l'avons vu N.° 51, une résultante commune, verticale, dans le plan tangent au noyau virtuel. Cette résultante est égale au poids P de l'eau contenue dans le volume hydrophore; sa composante parallèle à l'axe de la vis est P sin i; sa composante normale à cet axe, P cos i, et l'une et l'autre sont dans le plan vertical tangent au noyau virtuel, (N.os 50, 51). Ces deux composantes sont respectivement les résultantes des deux systèmes de forces, que donnent les pressions exercées sur chacun des éléments des surfaces mouillées du filet et de l'enveloppe, lorsqu'on les décompose chacune dans ses composantes parallèle et perpendiculaire à l'axe de la vis.

N.° 161. Considérant le premier de ces deux systèmes, celui des forces parallèles à l'axe.

Les pressions exercées sur l'enveloppe étant toutes normales à cet axe, leurs composantes parallèles à l'axe seront nulles.

La composante P sin i sera donc la résultante des composantes parallèles à l'axe, des pressions exercées sur le filet.

Soit Φ l'une de ces pressions, $\Sigma\,\Phi$ leur somme :

La normale au filet étant tangente au noyau virtuel, (N.° 2), et faisant avec les génératrices de ce noyau, ou avec l'axe de la vis, un angle égal à $\frac{1}{2}\pi - i$, la composante de la pression Φ, parallèlement à l'axe, sera Φ sin i, et la somme des composantes des pressions $\Sigma\,\Phi$, ou leur résultante, sera $\Sigma\,\Phi \sin i$;

$$\text{on aura donc } \Sigma\,\Phi \sin i = \text{P} \sin i,$$

$$\text{d'où } \Sigma\,\Phi = \text{P}.$$

N.° 162. La composante de la pression Φ, normale à l'axe de la vis, sera $\Phi \cos i$, et elle sera dans le plan tangent au noyau mené par celui des éléments de la surface héliçoïdale, où s'exerce la pression Φ.

Le point d'application de la pression Φ peut être transporté au point de contact de la normale avec la surface du noyau virtuel; on peut donc y placer aussi le point d'application de la composante $\Phi \cos i$, et son moment pour faire tourner le filet sera $\Phi\, r \cos i$.

Les pressions exercées sur les autres éléments de la surface héliçoïdale, donneront lieu à des composantes, dont les moments auront un facteur commun, $r \cos i$, et qui tendront à faire tourner la vis dans le même sens. Leur résultante sera donc un couple égal à la somme des couples, ou à $\Sigma\,\Phi\, r \cos i = \text{P}\, r \cos i$, et une force appliquée à l'axe, normalement à cet axe.

Moment de la résistance abstraction faite du frottement.

N.° 163. Cette expression P $r \cos i$ est la même que nous aurions déduite du N.° 51 ; il faudra donc la même puissance pour faire mouvoir la vis hollandaise, que pour faire mouvoir la vis ordinaire, abstraction faite des frottements.

Pression normale à l'axe.

N.° 164. Les composantes normales à l'axe de la vis, des pressions exercées sur le filet, ont une résultante, qu'il serait utile de connaître, pour le calcul des frottements et pour la construction du noyau. Nous savons que cette résultante et celle des pressions exercées sur l'enveloppe ont une résultante commune, P cos i, dirigée perpendiculairement à l'axe de la vis, dans le plan vertical tangent au noyau virtuel, (N.° 51); il suffira donc de calculer la résultante des pressions exercées sur l'enveloppe, pour en conclure celle des pressions exercées sur le filet normalement à son axe.

N.° 165. Or, la partie mouillée de l'enveloppe a une figure, dont nous avons calculé la superficie au N.° 80; elle a pour expression, R étant le rayon de l'enveloppe :

$$\frac{\cos i}{\sin i}\int_{s_0}^{s_1}\left(-\mathrm{R}\cos\frac{s}{\mathrm{R}}-r\,\frac{s}{\mathrm{R}}+r\,\frac{s_0}{\mathrm{R}}+\sqrt{\mathrm{R}^2-r^2}\right)ds$$

la fonction $\frac{\cos i}{\sin i}\left(-\mathrm{R}\cos\frac{s}{\mathrm{R}}-r\,\frac{s}{\mathrm{R}}+r\,\frac{s_0}{\mathrm{R}}+\sqrt{\mathrm{R}^2-r^2}\right)$

est l'ordonnée Y parallèle aux génératrices du cylindre, comprise entre le filet et le niveau de l'eau.

La moyenne des pressions exercées sur l'élément, qui a cette ordonnée pour base, est, en appelant φ la pression exercée sur l'unité de surface, sous une charge de liquide égale à l'unité :

$$\varphi\,\mathrm{Y}\times\frac{\mathrm{Y}}{2}\sin i\,ds$$

ou, $\varphi\,\frac{\cos^2 i}{2\sin i}\left\{-\mathrm{R}\cos\frac{s}{\mathrm{R}}-r\,\frac{s}{\mathrm{R}}+r\,\frac{s_0}{\mathrm{R}}+\sqrt{\mathrm{R}^2-r^2}\right\}^2 ds;$

Cette pression est dirigée normalement à l'axe de la vis; sa

projection sur un plan vertical passant par l'axe, ou, si l'on veut, sa composante, parallèle à ce plan vertical, sera

$$\varphi\,\frac{Y^2}{2}\sin i \times \cos\frac{s}{R}\,ds,$$

ou

$$\varphi\,\frac{\cos^2 i}{2\sin i}\left\{-R\cos\frac{s}{R}-r\frac{s}{R}+r\frac{s_0}{R}+\sqrt{R^2-r^2}\right\}^2\cos\frac{s}{R}\,ds;$$

sa projection, sur un plan passant par l'axe et normal au précédent, sera $\varphi\,\frac{Y^2}{2}\sin i\sin\frac{s}{R}\,ds$,

ou

$$\varphi\,\frac{\cos^2 i}{2\sin i}\left\{-R\cos\frac{s}{R}-r\frac{s}{R}+r\frac{s_0}{R}+\sqrt{R^2-r^2}\right\}^2\sin\frac{s}{R}\,ds.$$

N.° 166. Les deux composantes de la résultante des pressions exercées sur l'enveloppe auront donc pour expressions :

$$\varphi\,\frac{\cos^2 i}{2\sin i}\int_{s_0}^{s_1}\left(-R\cos\frac{s}{R}-r\frac{s}{R}+r\frac{s_0}{R}+\sqrt{R^2-r^2}\right)^2\cos\frac{s}{R}\,ds;$$

$$\varphi\,\frac{\cos^2 i}{2\sin i}\int_{s_0}^{s_1}\left(-R\cos\frac{s}{R}-r\frac{s}{R}+r\frac{s_0}{R}+\sqrt{R^2-r^2}\right)^2\sin\frac{s}{R}\,ds.$$

N.° 167. Celles correspondantes des pressions exercées sur le filet auront pour expressions :

$$\varphi\,\frac{\cos^2 i}{2\sin i}\int_{s_0}^{s_1}\left(-R\cos\frac{s}{R}-r\frac{s}{R}+r\frac{s_0}{R}+\sqrt{R^2-r^2}\right)^2\cos\frac{s}{R}\,ds-P\cos i,$$

$$\varphi\,\frac{\cos^2 i}{2\sin i}\int_{s_0}^{s_1}\left(-R\cos\frac{s}{R}-r\frac{s}{R}+r\frac{s_0}{R}+\sqrt{R^2-r^2}\right)^2\sin\frac{s}{R}\,ds.$$

N.° 168. Ici, comme pour le calcul du volume hydrophore, nous croyons ces formules inapplicables, et nous pensons qu'il serait bien de leur substituer des méthodes approximatives; or, si l'on observe que la fonction, qui est sous le signe $\int$, est indépendante de l'angle i, que, pour des vis semblables, les surfaces mouillées sont semblables et proportionnelles aux carrés des rayons, que les hauteurs des éléments homologues, sous le niveau de l'eau, sont proportionnelles aux rayons, qu'ainsi les pressions sont comme le cube des rayons, on verra qu'il est possible de dresser, pour la vis hollandaise, un tableau analogue au tableau N.° 1, et permettant de calculer les pressions normales à l'axe, comme le tableau N.° 1 permet de calculer le volume hydrophore, sur la longueur d'un pas.

N.° 169. Nous n'avons pas eu le loisir de faire ce tableau; nous allons indiquer le moyen d'y suppléer dans chaque cas particulier.

Soit μ un élément d'une surface pressée par un liquide, α l'angle de cette surface avec un plan de projection. La projection de cet élément sera $\mu \cos \alpha$. La pression exercée sur cet élément est proportionnelle à sa surface et à la hauteur h de son centre au niveau du liquide; elle aura donc pour expression :

$$\mu \varphi h.$$

Cette pression s'exercera normalement à l'élément et sa composante, normale au plan de projection, sera :

$$\mu \varphi h \cos \alpha, \text{ ou, } \mu \cos \alpha \varphi h.$$

C'est la pression exercée sur la projection de l'élément μ, lorsque la hauteur h est la même pour l'élément et sa projection.

Or, c'est ce qui a lieu pour les pressions exercées sur l'enve-

loppe, lorsque l'on prend, pour plan de projection, le plan vertical passant par l'axe.

La projection de sa surface mouillée sur ce plan, est facile à construire et à calculer par approximation.

Quant à sa projection sur un plan passant aussi par l'axe, mais perpendiculaire au précédent, elle est également facile à obtenir; mais pour la faire servir au calcul de la composante des pressions, il faudra la diviser en éléments par des lignes horizontales, qui seront ici des arcs d'ellipse, et tenir compte de la hauteur de chacun de ces éléments, sous le niveau de l'eau.

N.° 170. Lorsque le filet d'une spire plonge dans l'espace hydrophore de la spire inférieure, la pression, qui s'opère sur la partie plongée, est due à la différence du niveau de l'eau d'une spire sur l'autre. C'est une observation à laquelle il faut avoir égard dans le calcul des composantes, dont il est fait mention ci-dessus; elle ne change rien aux résultats généraux, que nous avons énoncés.

Cas du mouvement

N.° 171. Nous avons donné le moyen de calculer les résistances à vaincre, pour faire fonctionner la vis hollandaise, abstraction faite du frottement de l'eau, et en supposant qu'elle se tienne de niveau dans chaque volume hydrophore.

Ces conditions sont troublées lorsque la vis se meut avec vitesse; le frottement de l'eau détermine, comme nous l'avons dit au N.° 53, une pente dans le canal héliçoïdal, où l'eau ne se tiendra plus au point le plus bas de chaque spire. Le centre de gravité de l'eau en mouvement, sortira du plan vertical tangent au noyau virtuel de rayon r, s'écartera de l'axe de la vis, et augmentera ainsi le moment de la résistance.

Cette augmentation ne peut être déterminée que par l'expérience; néanmoins on peut affirmer qu'elle sera moindre que dans les vis où l'enveloppe adhère au filet, et dans une forte proportion, attendu qu'il n'y a ici de frottement sensible que sur le filet.

Résistance de la partie plongée du filet.

N.° 172. Si le filet plongeait dans le bassin inférieur, plus qu'il n'est besoin pour emplir le volume hydrophore, le mouvement de la partie plongée donnerait lieu à des résistances qu'il est utile d'apprécier. Ici encore l'expérience peut seule fournir des résultats exacts ; ne pouvant y recourir, nous nous bornerons aux résultats les plus saillants, que procurent des calculs simples, fondés sur des hypothèses vraisemblables, bien qu'imcomplètes ; et d'abord, pour que le problème soit bien déterminé, nous supposerons, dans les parties plongées, l'enveloppe supprimée, et la surface héliçoïdale placée dans un fluide indéfini.

Soit v la vitesse angulaire de la vis, c'est-à-dire l'espace parcouru en 1″ par un point pris à l'unité de distance de l'axe; considérons un élément μ de la surface héliçoïdale ; soit ρ la perpendiculaire menée de cet élément à l'axe de la vis; la vitesse rotative de l'élément μ sera $v\rho$. La résistance due au mouvement de cet élément, sera proportionnelle au carré de cette vitesse, et sensiblement à la projection de la surface de l'élément sur le plan mené par cet élément et l'axe de la vis.

Soit A l'angle de ce plan avec celui de l'élément. La projection sera égale à $\mu \cos A$.

Or, observons que l'angle des deux plans est le même que celui de leurs normales. Essayons d'exprimer cet angle en fonction de r, de ρ et de i.

N.° 173. Soit *fig.* 1.re, A le centre de l'élément μ, et, 1.°, dans un plan tangent à la surface du noyau virtuel, AS la génératrice de la surface héliçoïdale, qui passe par le point A, AB la normale à l'élément μ, SB l'arête de contact du plan, qui contient ces deux droites, avec la surface du noyau virtuel.

Et, 2.°, dans un plan normal à l'axe de la vis, O la trace de l'axe, AO le rayon ρ, OP le rayon r du noyau virtuel (le point P étant sur la droite SB), AC normal à OA, PC le prolongement de OP.

Joignons BC.

Il s'agit de trouver, en fonction de r, ρ et i, le cosinus de l'angle CAB, que nous appelons l'angle A.

En observant que l'angle ASP est égal à i, et que les angles APS, APB, APO, APC, SAB, OAC sont droits, on a :

$$\overline{AP} = \sqrt{\rho^2 - r^2}$$

$$\overline{AS} = \frac{\sqrt{\rho^2 - r^2}}{\sin i}$$

$$\overline{PS} = \frac{\sqrt{\rho^2 - r^2}}{\tang i}$$

$$\overline{AB} = \frac{\overline{AP} \times \overline{AS}}{\overline{PS}} = \frac{\sqrt{\rho^2 - r^2}}{\cos i}$$

$$\overline{AC} = \rho\,\frac{\sqrt{\rho^2 - r^2}}{r}$$

$$\overline{PB} = \overline{AB} \sin i = \sqrt{\rho^2 - r^2}\,\tang i$$

$$\overline{PC} = \frac{\rho^2 - r^2}{r}$$

$$\overline{BC} = \sqrt{\overline{PB}^2 + \overline{PC}^2} = \sqrt{(\rho^2 - r^2)\left(\tang^2 i + \frac{\rho^2 - r^2}{r^2}\right)}$$

$$\cos A = \frac{\overline{AB}^2 + \overline{AC}^2 - \overline{BC}^2}{2\,\overline{AB} \times \overline{AC}}$$

$$\cos A = \frac{(\rho^2 - r^2)\left\{\frac{1}{\cos^2 i} + \frac{\rho^2}{r^2} - \left(\tang^2 i + \frac{\rho^2 - r^2}{r^2}\right)\right\}}{2(\rho^2 - r^2)\,\frac{\rho}{r \cos i}} = \frac{r}{\rho} \cos i.$$

N.° 174. La résistance due à la vitesse de l'élément μ sera donc proportionnelle à

$$\mu\, v^2\, \rho^2\, \frac{r}{\rho} \cos i, \text{ ou à } \mu\, v^2\, r\, \rho \cos i.$$

Cette résistance s'exercera suivant la normale à la surface héliçoïdale, et son point d'application pourra être transporté par la pensée au point où cette normale touche le noyau virtuel.

N.° 175. Prenant en ce point, dans le plan tangent au noyau et suivant deux lignes normales entre elles, dont l'une soit la génératrice du noyau, les deux composantes de cette résistance, celle qui est parallèle à l'axe de la vis aura pour expression la résistance multipliée par sin i; elle sera donc proportionnelle à $\mu\, v^2\, r\, \rho \cos i \sin i$. Elle tendra à mettre en mouvement l'axe de la vis parallèlement à lui-même, ou, s'il est retenu par une crapaudine, à occasionner un frottement sur la face, qui termine le tourillon.

N.° 176. La composante normale au noyau aura pour expression la résistance multipliée par cos i; elle sera donc proportionnelle à $\mu\, v^2\, r\, \rho \cos^2 i$.

Elle donnera lieu à une pression égale et parallèle sur les coussinets, et à un couple dont l'expression sera le produit de la composante par le rayon r du noyau virtuel.

N.° 177. Tous les autres éléments de la surface héliçoïdale donneront lieu à des composantes semblables. Celles, qui sont parallèles à l'axe, et les couples s'ajouteront, attendu qu'ils sont tous de même sens. Les pressions sur les coussinets, qui sont normales à l'axe, auront des directions différentes pour les éléments de la surface héliçoïdale, qui ne sont pas sur la même génératrice; elles se composeront donc en une résultante commune ; l'expression en dépendra de l'étendue et de la forme

de la surface héliçoïdale; elle sera nulle pour une spire entière de cette surface, comme aussi pour deux portions de surface égales et diamétralement opposées.

N.° 178. Les composantes et les couples, dans lesquels on décompose la résistance des éléments de la surface héliçoïdale, ont un facteur commun, savoir : pour les composantes parallèles à l'axe $v^2\, r \cos i \sin i$, pour les couples $v^2\, r^2 \cos^2 i$ et pour les composantes normales à l'axe $v^2\, r \cos^2 i$; l'autre facteur $\mu\, \rho$ varie d'un élément à l'autre, et la somme peut en être remplacée par $\sigma\, R_1$, σ étant la surface et R_1 son rayon moyen. Si la surface se termine à deux de ses génératrices, et qu'elle soit comprise entre deux surfaces cylindriques de rayons r et R concentriques à la vis, l'expression $\sigma\, R_1$ deviendra $\sigma \dfrac{r + R}{2}$

N.° 179. Soit donc K un coefficient à déterminer par l'expérience; la pression, que fait naître le mouvement du filet parallèlement à l'axe de la vis sera :

$$K\, \sigma \frac{r + R}{2}\, v^2\, r \cos i \ \sin i.$$

Le moment de la résistance au mouvement de rotation, occasionnée par le frottement du fluide, sera :

$$K\, \sigma \frac{r + R}{2}\, v^2\, r^2 \cos^2 i.$$

Le frottement sur les tourillons dépendra, en grandeur et en direction, de la forme et de la position de la surface héliçoïdale; nous ne croyons pas utile d'en chercher l'expression.

N.° 180. Ces résistances croissant comme le carré de la vitesse, il importera, dans les appareils à élever l'eau, ou de leur donner une faible vitesse rotative, ou d'éviter d'en plonger le filet dans le bassin inférieur au-delà du besoin.

Ces résistances sont de même sens et s'ajoutent à celles de même nature, qu'occasionne le poids de l'eau soulevée par l'appareil ; elles n'existent pas seulement dans les spires plongées, mais encore dans celles où l'eau est soulevée, et l'on ne peut se dispenser d'en tenir compte, dans la construction du noyau et de ses tourillons.

Du filet employé comme propulseur.

N.° 181. Si l'on avait en vue d'utiliser la pression exercée parallèlement à l'axe de la vis, il faudrait tâcher de la rendre un maximum en réduisant au minimum la somme des couples et le frottement perpendiculaire à l'axe de la vis ; celui-ci peut devenir nul si la vis se compose de parties symétriques par rapport à l'axe.

il faudra donc que $\dfrac{K\sigma \dfrac{r+R}{2} v^2 r \cos i \sin i}{K\sigma \dfrac{r+R}{2} v^2 r^2 \cos^2 i}$, ou que $\dfrac{\sin i}{r \cos i}$

soit un maximum. Mais nous ne nous arrêterons pas à cette considération, la surface héliçoïdale, que nous proposons de donner au filet de la vis d'Archimède, ne nous paraissant pas la plus convenable pour les propulseurs.

De l'enveloppe de la vis hollandaise.

N.° 182. On est dans l'usage de terminer l'enveloppe de la vis hollandaise, ou, comme l'on dit, son berceau, à la hauteur de l'axe ; c'est une faute, et l'on perdrait la majeure partie du volume hydrophore, si la forme du filet n'était déjà une grande cause de perte dans les vis ordinaires.

Lorsque le filet sera construit dans les conditions des N.os 13, 29 et 39, il conviendra de conserver, de l'enveloppe, toute sa partie mouillée ; les limites en sont données au N.° 81, par l'équation (m), en y mettant pour ρ la valeur du rayon de l'enveloppe.

L'une de ces deux limites s_0 s'obtient facilement ; c'est la

plus haute des deux génératrices suivant lesquelles l'enveloppe est coupée par le plan vertical tangent au noyau virtuel et comprenant les génératrices horizontales du filet. Nous donnons, au tableau N.o 3, le coefficient par lequel il faut multiplier le rayon du noyau virtuel, pour avoir l'arc s_1; ce coefficient est calculé pour un certain nombre de valeurs de $\frac{R}{r}$. On se rappelle que l'arc s_1 doit être compté à partir de la plus haute des deux génératrices de l'enveloppe, suivant lesquelles la coupe le plan vertical passant par l'axe, et que le mesurage doit s'opérer en cheminant d'abord dans la direction où se trouvent les génératrices horizontales du filet.

Dans la partie où elle est baignée par l'eau du bassin inférieur, l'enveloppe devra être terminée à l'hélice de même pas et de même sens que la vis, qui vient couper la surface de l'eau du bassin inférieur, au point où en sort la dernière génératrice du filet; à la partie supérieure, l'enveloppe devra se terminer au-dessus du plan du niveau de l'eau du bassin supérieur, à la hauteur la moindre possible, pour que le remous, causé par le produit de la vis, ne déborde pas dans l'enveloppe.

On pourra même, pour épargner la chûte au déversement, y pratiquer une échancrure, suivant l'hélice, que donne son intersection avec le filet pris dans une position telle, que la génératrice horizontale du filet immédiatement inférieur, atteigne le niveau de l'eau du bassin supérieur; le motif de cette disposition est que, lorsqu'un filet passe au-dessus de cette échancrure et l'ouvre, l'eau intérieure est soutenue par le filet suivant à une hauteur convenable pour être évacuée.

En pareil cas, il conviendrait de placer un clapet dans le canal de décharge, pour éviter le coulage, quand la vis est au repos. Si la vis hollandaise devait servir de roue hydraulique, et que l'eau y pénétrât par le haut, il faudrait baisser cette échancrure plus ou moins, selon la vitesse de la vis, ou, si l'on veut, selon

le volume de l'eau affluente, volume auquel cette échancrure devrait livrer passage.

§ 11. DE LA VIS A SURFACE HÉLIÇOÏDALE GAUCHE.

Vis ordinaire perfectionnée.

N.º 183. Nous avons supposé jusqu'ici aux filets la génération indiquée au N.º 1.

Elle donne des éléments rectilignes tangents au noyau virtuel et coupant toujours le noyau effectif sous un angle fort aigu.

Quand le noyau et le filet sont en bois, il peut être difficile de les assembler avec la solidité convenable, surtout si le moteur est appliqué au noyau. On peut remédier à cet inconvénient en plaçant la génératrice rectiligne, non plus dans un plan tangent au noyau virtuel, mais dans un plan passant par l'axe : la surface du filet devient alors une surface gauche, dont la directrice est l'hélice tracée sur l'enveloppe. Si la génératrice de cette surface, ou son élément, es tnormale à l'axe, on a la vis ordinaire ; mais il n'est pas nécessaire que les éléments soient normaux à l'axe pour qu'il soit possible de les assembler solidement avec le noyau; il serait mieux de suivre tout d'abord les règles, que nous avons données ci-dessus, pour la construction d'un filet à surface développable, de prendre la courbe d'intersection de cette surface par un plan passant par l'axe de la vis, et d'adopter, pour l'élément rectiligne du filet, une droite aussi rapprochée que possible de cette courbe.

Vis de M. Pattu.

La vis de M. Pattu est un cas particulier de la règle qui précède.

§ 12. DES INCLINAISONS ANORMALES DE LA VIS.

Volume hydrophore dans la vis en mouvement

N.° 184. La vitesse relative, que le liquide a dans le canal héliçoïdal, lui fait prendre, dans l'espace hydrophore, une pente, qui diminue la capacité de la vis ; cette pente est due au frottement ; elle augmente avec la vitesse et avec l'étendue des surfaces mouillées ; elle est plus forte, près de l'enveloppe, que près du noyau. Lors donc qu'une vis est dans les conditions des N.os 13, 29 et 39, et qu'elle se meut avec vitesse, c'est le point où la génératrice horizontale du filet perce l'enveloppe, qui détermine la hauteur de l'eau dans l'espace hydrophore, et c'est le seul point de la génératrice horizontale, qui y affleure encore le niveau de l'eau.

N.° 185. Outre le frottement, on avait cru qu'il fallait tenir compte de la force centrifuge, dans la vis en mouvement. Considérons la masse fluide comme divisée en tranches minces par des sections cylindriques de même axe que la vis ; toutes les molécules d'une même tranche seront animées de la même vitesse relative et poussées, pensait-on, suivant la normale à l'axe par une force centrifuge égale ; cette force serait équilibrée, dans le cas du mouvement uniforme, par la pente que prendrait le liquide à sa surface. Dans un plan vertical, passant par l'axe de la vis, la trace de la surface de l'eau serait une parabole, dont la tangente serait horizontale au point où cette courbe couperait l'axe de la vis ; la hauteur de l'eau, dans le volume hydrophore, serait donc encore, en raison de la force centrifuge, et dans les conditions des N.os 13, 29 et 39, déterminée par le point, où la génératrice horizontale du filet percerait l'enveloppe. Mais nous n'admettons point que la force centrifuge s'exerce sur le liquide. Elle n'agit que sur les parties solides de l'appareil ; elles seules tournent. Le liquide, relativement à la gravité, n'est animé que d'une vitesse parallèle à l'axe de la vis.

N.º 186. Pour peu que la vitesse soit grande, le volume hydrophore subira une notable réduction, ce qui pourra être très-préjudiciable dans l'application des moteurs puissants à la vis d'Archimède. Il y aurait donc quelque utilité à parer à cet inconvénient.

N.º 187. Chaque tranche du volume hydrophore présentera, dans la masse du liquide, une section limitée d'une part par l'hélice d'intersection du filet, et d'autre part par la trace du niveau de l'eau. La vis la mieux construite, pour une vitesse donnée, sera celle où ces deux courbes seront tangentes.

Filet donnant un volume hydrophore maximum.

N.º 188. Il résulte de ce qui précède, que, pour amener à cet état, la vis, prise dans les conditions des N.os 13, 29 et 39, lorsqu'on la fera mouvoir avec vitesse, il aura fallu faire glisser dans chaque tranche, son hélice d'intersection avec le filet, parallèlement à l'axe, jusqu'à ce qu'elle vînt toucher la surface du liquide. Ces hélices ne présenteront donc plus, sur le plan vertical, tangent au noyau virtuel, des traces disposées suivant une ligne droite horizontale, mais suivant une courbe, qui sera à peu près tangente à l'horizontale près du noyau, et qui ira de là en s'élevant vers l'enveloppe. Cette courbe sera variable, selon la vitesse rotative de la vis, le rayon du noyau, celui de l'enveloppe et l'inclinaison. On ne peut espérer de la trouver par le calcul, et, l'équation en fût elle donnée, elle laisserait encore à désirer plus de simplicité, un filet formé d'une surface développable, dût-on substituer à la courbe sa corde ou sa tangente, ou une autre courbe, qui n'en fût pas très-différente.

Approximation. Inclinaison anormale de la vis.

N.º 189. Or, c'est ce que l'on peut obtenir en partant des conditions des N.os 13, 29 et 39, et modifiant ensuite l'inclinaison de la vis, sans changer sa forme : pour l'expliquer plus clairement, nous présenterons les idées dans un ordre inverse.

N.º 190. Soient, dans les conditions des N.os 13, 29 et 39, i' l'inclinaison, r' le rayon du noyau virtuel, R celui de l'enveloppe et p le pas d'une vis.

Soit r le rayon de son noyau effectif.

Soit i l'angle sous lequel la trace du filet, sur la surface du noyau effectif, en coupe les génératrices.

Le pas étant le même, pour la trace du filet sur le noyau virtuel et sur le noyau effectif, cet angle i sera lié à l'angle i', par la relation $2\pi r' \frac{\cos i'}{\sin i'} = 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i}$.

N.º 191. Cette dernière trace pourra être prise pour l'arête de rebroussement d'une surface héliçoïdale ; sa tangente en serait la génératrice ; le pas serait le même que pour la surface primitive ; le noyau effectif de rayon r aurait, pour cette nouvelle surface héliçoïdale, les propriétés du noyau virtuel.

Le plan vertical tangent au noyau de rayon r', qui coupe la surface primitive suivant une génératrice horizontale, couperait celle-ci suivant une courbe, qui aurait, avec la génératrice horizontale, un point commun, contre le noyau de rayon r, et irait ensuite en s'élevant au-dessus de cette génératrice.

N.º 192. Prenant la nouvelle surface héliçoïdale pour filet, il sera encore développable ; les points le plus haut et le plus bas de chacune des hélices, qui y sont tracées, seront toujours dans le plan vertical tangent au noyau de rayon r', (N.º 49), et il y aura telle vitesse angulaire de la vis, qui portera le niveau de l'eau du volume hydrophore près de l'enveloppe, jusque dans le voisinage des parties les plus élevées du nouveau filet. Ce filet se trouvant au-dessus de l'ancien, il aura en effet diminué le volume hydrophore de la vis, pour le cas des très-petites vitesses ; mais il pourra l'avoir augmenté, pour les grandes vitesses, à cause de la forme, qu'affecte le liquide, sous l'influence du frottement des parois.

Or, qu'est-ce que le nouveau filet, si ce n'est celui d'une vis construite pour fonctionner à petite vitesse, sous l'inclinaison i, et posée sous une inclinaison plus petite i' ? Quant à l'inclinaison anormale i', la plus convenable pour une vitesse donnée, l'expérience peut seule la faire connaître.

Conclusion N.° 193. Il résulte de ce qui précède, que, lorsque l'on modifie l'inclinaison normale de la vis, les conditions d'équilibre données au N.° 51 sont changées. Le noyau virtuel, de rayon $r = \frac{p \sin i}{2 \pi \cos i}$, devient de rayon $r' = \frac{p \sin i'}{2 \pi \cos i'}$, et le moment d'une certaine charge d'eau P, pour résister au mouvement de la vis, devient P r' cos i', dans le cas du repos ou de très-petites vitesses ; le bras de levier r' augmente ensuite avec la vitesse.

L'inclinaison limite i', à laquelle la vis cesse d'élever de l'eau à petite vitesse, est donnée par l'équation :

$$p = 2 \pi \mathrm{R} \frac{\cos i'}{\sin i'},$$

R étant le rayon de l'enveloppe.

En effet, cette relation satisfaite, celle de toutes les hélices tracées sur le filet, dont l'inclinaison maximum est la plus grande, (N.° 116), n'atteint, à ce maximum, que l'horizontale. La résolution de cette équation peut s'opérer graphiquement à l'aide du triangle AEF, (*fig.* 2).

La limite des valeurs de r' et de i', à laquelle il faut s'arrêter, si l'on veut que l'air ne cesse pas de circuler librement dans une vis, dont le rayon du noyau est r, le pas p, et l'intervalle de deux filets, mesuré parallèlement à l'axe, $\frac{p}{\mathrm{N}}$, est donnée par les relations

$$p = 2 \pi r' \frac{\cos i'}{\sin i'}$$

$$\frac{\pi r'}{\mathrm{N}} + r' \text{ arc tang } \frac{\sqrt{\mathrm{r}^2 - r'^2}}{r'^2} = \sqrt{\mathrm{r}^2 - r'^2}, \text{ (}v\text{, N.° 150).}$$

L'une et l'autre de ces équations se résolvent graphiquement; la première, par le triangle AEF, (*fig.* 2), comme on l'a dit ci-dessus; la seconde, par une construction analogue à celle que nous avons indiquée au N.° 152, plus générale et plus simple que celles des N.os 34 et 37.

Soient, en effet, (*fig.* 14):

$OC' = r'$;

OS'C', une circonférence de cercle ayant pour diamètre OC';

ABS, une circonférence décrite du point O, comme centre, avec un rayon quelconque OS;

$$\text{Arc AB} : 2\pi\overline{OS} :: \frac{p}{2N} : p, \text{ ou, arc AB} = \frac{\pi\overline{OS}}{N};$$

AC, la développante de la circonférence de rayon OS;

C, son point d'intersection avec la droite OC';

CS, le rayon vecteur de la développante, tangent en S à la circonférence ABS.

Le rayon OS, prolongé jusqu'en son point de rencontre, en S', avec la circonférence de diamètre OC', sera la valeur de r' cherchée.

Pour le démontrer, menons la circonférence A'B'S', décrite du point O, comme centre, avec le rayon OS', et joignons S'C'. L'angle C'S'O sera droit, et les triangles C'S'O, CSO seront semblables; d'où,

$$\overline{C'S'} = \frac{\overline{OS'}}{\overline{OS}}\,\overline{CS};$$

les deux secteurs A'OS' et AOS seront aussi semblables et l'on aura :

$$\text{arc A'B'S'} = \frac{\overline{OS'}}{\overline{OS}}\text{ arc ABS.}$$

De ces deux équations, en observant que arc ABS $=$ CS, on tire :

$$\text{arc A}'\text{B}'\text{S}' = \overline{\text{C}'\text{S}'} = \sqrt{\overline{\text{OC}'}^2 - \overline{\text{OS}'}^2};$$

or,

$$\text{arc A}'\text{B}'\text{S}' = \text{arc A}'\text{B}' + \text{arc B}'\text{S}' = \frac{\overline{\text{OS}'}}{\overline{\text{OS}}}\,\text{arc AB} + \overline{\text{OS}'}\,\text{arc tang}\,\frac{\sqrt{\overline{\text{OC}'}^2 - \overline{\text{OS}'}^2}}{\overline{\text{OS}'}}$$

d'où,

$$\frac{\overline{\text{OS}'}}{\overline{\text{OS}}}\,\text{arc AB} + \overline{\text{OS}'}\,\text{arc tang}\,\frac{\sqrt{\overline{\text{OC}'}^2 - \overline{\text{OS}'}^2}}{\overline{\text{OS}'}} = \sqrt{\overline{\text{OC}'}^2 - \overline{\text{OS}'}^2};$$

mais

$$\frac{\overline{\text{OS}'}}{\overline{\text{OS}}}\,\text{arc AB} = \frac{\overline{\text{OS}'}}{\overline{\text{OS}}}\,\pi\,\frac{\overline{\text{OS}}}{\text{N}} = \frac{\pi\overline{\text{OS}'}}{\text{N}},$$

l'équation précédente devient donc :

$$\frac{\pi\overline{\text{OS}'}}{\text{N}} + \overline{\text{OS}'}\,\text{arc tang}\,\frac{\sqrt{\overline{\text{OC}'}^2 - \overline{\text{OS}'}^2}}{\overline{\text{OS}'}} = \sqrt{\overline{\text{OC}'}^2 - \overline{\text{OS}'}^2};$$

ou, en y remplaçant $\overline{\text{OC}'}$ par sa valeur r.

$$\frac{\pi\overline{\text{OS}'}}{\text{N}} + \text{OS}'\,\text{arc tang}\,\frac{\sqrt{\text{r}^2 - \overline{\text{OS}'}^2}}{\text{OS}'} = \sqrt{\text{r}^2 - \overline{\text{OS}'}^2};$$

c'est la relation du N.º 150, où r_1 est remplacé par r et r par $\overline{\text{OS}'}$.

Si donc l'on prend $\overline{\text{OS}'}$ pour r', et que l'on en déduise la valeur de i' par la relation $p = 2\,\pi\,r'\,\frac{\cos i'}{\sin i'}$, au moyen de la

construction graphique du N.o 17, ou autrement, la vis étant posée sous cette inclinaison i', le point le plus bas de la trace d'un filet, sur le noyau de rayon r, sera au niveau du point le plus haut de la trace du filet inférieur, sur le même noyau, et, ce dernier point déterminant la hauteur du niveau de l'eau dans la spire correspondante, le premier commencera à intercepter la libre circulation de l'air autour du noyau.

Ces questions ne sont pas les seules que permettent de résoudre les figures 2 et 14 : la première donne une quelconque des trois quantités p, r', i', connaissant les denx autres; la seconde procure la même faculté à l'égard des trois quantités r, r' et N, pour le cas du noyau limite.

Nous croyons inutile d'entrer ici dans de plus longs développements à ce sujet.

Lorsque l'on voudra pouvoir employer avec avantage une vis, sous une inclinaison anormale, si la valeur de i est grande, il faudra préférer un moindre nombre de filets, afin que l'air ne trouble pas, pour une petite valeur de i', le jeu de la machine ; si la valeur de i est petite, il y aura un motif pour préférer un grand nombre de filets, c'est que le volume hydrophore, sur la longueur d'un pas, en éprouvera moins de réduction par le redressement de la vis. En effet, c'est alors à la surface de l'eau, dans chaque spire, que la réduction s'opère ; si cette surface baigne le filet supérieur, la partie, qu'elle découvre en baissant, retient une certaine quantité d'eau, qui serait descendue, si, au lieu d'être placée, par le filet baigné, dans la spire supérieure, elle avait appartenu, par la suppression de ce filet, à la spire inférieure.

QUATRIÈME PARTIE.

---

§ 13. DES VIS CONCENTRIQUES.

Définition et objet. N.o 194. Soient deux vis portées sur le même axe et tournant dans le même sens et avec une égale vitesse ; c'est ce que nous appelons des vis concentriques.

Elles peuvent avoir leurs filets dans le même sens ou en sens contraires.

Dans le premier cas, elles ne peuvent remplir à la fois qu'une des deux destinations d'appareil à élever l'eau ou d'appareil moteur.

L'utilité d'intercaler une ou plusieurs parois cylindriques entre le noyau et l'enveloppe peut être alors de consolider l'appareil, en diminuant la portée des filets, ou d'en augmenter la capacité hydrophore, en prenant, pour chaque vis, un noyau virtuel dans les conditions du N.o 126.

Dans le second cas, l'eau montera dans l'une des deux vis et descendra dans l'autre. La vis, dans laquelle l'eau descendra, portera ici le nom de vis motrice.

Construction. N.o 195. Examinons quelles modifications doivent subir, dans leur construction, les vis concentriques, et quelles conséquences doivent en résulter. Nous supposerons ces vis construites selon les règles des N.os 13, 29 et 39, modifiées, s'il y a lieu, en conformité de l'art 154.

Vis communiquant au même bassin à la partie inférieure. N.o 196. Lorsque deux vis concentriques plongent dans le même bassin, à la partie inférieure, si la vitesse rotative n'est pas grande, elles peuvent s'y terminer comme si elles étaient isolées; attendu que, l'air circulant librement dans toutes les parties de chacune des vis, il n'y a nul inconvénient à ce

que le noyau de la vis extérieure forme gaîne un peu au-delà de la vis intérieure, et à ce que l'eau, pour atteindre le filet de celle-ci, si elle est ascendante, ait à pénétrer dans ce tuyau. Si la vitesse est grande, il sera mieux de rendre le plus court possible le noyau de la vis extérieure, en le terminant à la limite indiquée au N.° 155.

Filets de même sens. Application

N.° 197. Si les filets de ces deux vis rampent dans le même sens, l'appareil peut servir à porter l'eau à des hauteurs différentes.

Filets de sens contraires. Application

N.° 198. S'ils rampent en sens contraires, la vis intérieure étant plus longue que la vis extérieure, ou celle-ci sera motrice, et l'appareil pourra servir à distribuer l'eau d'un bassin intermédiaire dans deux bassins, l'un supérieur, l'autre inférieur, en profitant de la chûte d'une partie de l'eau pour élever l'autre; ou la vis intérieure sera motrice, et l'appareil pourra servir à élever dans le bassin intermédiaire l'eau d'un bassin inférieur, en profitant de la chûte d'un bassin supérieur.

La vis extérieure devra alors reprendre, dans le bassin inférieur, l'eau de la vis motrice. Cette surchage aura l'inconvénient d'augmenter un peu les frottements, et d'exiger une plus grande solidité dans la construction.

Vis communiquant au même bassin à la partie supérieure. Filets de même sens.

N.° 199. Lorsque deux vis concentriques communiquent au même bassin à la partie supérieure, si elles sont toutes deux ascendantes, le noyau de la vis extérieure servant d'enveloppe à la vis intérieure, il faudra le terminer à une hauteur suffisante pour que le déversement de l'eau de la vis extérieure ne soit pas troublé par celui de la vis intérieure. Il résultera donc une perte de l'emploi d'une vis intérieure, en ce que l'eau s'en déversera sous une chûte plus forte que si cette vis était isolée.

Filets en sens contraires. Application

N.° 200. Si la vis extérieure est motrice, comme, au lieu de déverser l'eau dans le bassin supérieur, elle en reçoit, son noyau peut se terminer un peu plus bas. La vis motrice est alors alimentée à la fois par le bassin supérieur et par la vis intérieure,

qui doit être ascendante. Si cette vis est plus longue que la vis motrice, l'appareil peut servir à déverser, dans un bassin intermédiaire, l'eau d'un bassin inférieur et celle d'un bassin supérieur, en profitant de la chûte de cette dernière pour élever l'autre.

Cet appareil remplit la même fonction que celui du N.° 198, 2.e cas, et il a, comme ce dernier, l'inconvénient d'avoir une surcharge d'eau, en ce que l'eau du bassin inférieur s'élève jusqu'au niveau du bassin supérieur, pour redescendre dans le bassin intermédiaire.

Vis extérieure au-dessous ou au-dessus du bassin intermédiaire.

N.° 201. Il importera donc, dans l'exécution, de placer la vis extérieure au-dessous ou au-dessus du bassin intermédiaire, selon que le niveau de ce bassin sera plus rapproché de celui du bassin inférieur ou du bassin supérieur.

1.er cas. Construction.

N.° 202. Lorsque la vis extérieure est sous le bassin intermédiaire, si elle est ascendante, il n'y a rien de particulier à prescrire pour la forme à donner à son ouverture supérieure ; si elle est descendante, il faut que l'eau y pénètre par le point le plus bas de cette ouverture, et il faut observer les règles prescrites aux N.os 135, 136 et 137, qui doivent être appliquées, dans tous les cas, à la vis motrice.

2.e cas. Construction.

N.° 203. Lorsque la vis extérieure est au-dessus du bassin intermédiaire, il faut que la paroi de ce bassin sous la vis, forme gaîne autour de l'enveloppe de la vis intérieure, et s'élève, entre cette enveloppe et le noyau de la vis extérieure, jusqu'au-dessus du niveau, qu'atteint la plus basse des génératrices des filets de celle-ci, quand elle devient horizontale. C'est le niveau déterminé au N.° 61; c'est celui de l'eau dans le bassin intermédiaire. Sans cette précaution, le volume hydrophore de la vis extérieure ne serait pas plein, lorsque cette vis est ascendante, et se viderait avec chûte dans le cas contraire.

N.° 204. Si l'on ne repliait pas ainsi la paroi du bassin et que le volume hydrophore de la vis extérieure se vidât avec chûte, il serait mieux, quand la vis intérieure est ascendante, de ne

pas la prolonger jusqu'au sommet de la vis extérieure, et de la faire déverser au niveau du bassin intermédiaire. Le raccourcissement est nécessaire dans le cas du N.° 203, quand la vis intérieure est motrice, et que l'appareil sert à répartir dans deux bassins, l'un supérieur, l'autre inférieur, l'eau d'un bassin intermédiaire.

Utilité des vis concentriques.

N.° 205. Lorsque l'on examine l'effet utile des vis, on reconnaît que les vis concentriques, à filets inverses, sont susceptibles de nombreuses applications, tant pour l'alimentation des canaux que pour les irrigations et les dessèchements.

Conditions d'établissement.

N.° 206. Les conditions de leur établissement sont très-simples. Ayant la même vitesse angulaire, il faudra, pour l'équilibre, que le produit dynamique, (N.° 94), soit le même dans les deux vis.

N.° 207. Mais la vis motrice ayant à vaincre les frottements et à fournir toute la vitesse, il faudra augmenter convenablement son volume hydrophore. L'augmentation à donner au volume peut se déduire du calcul des frottements et autres déperditions de force motrice. L'appareil n'étant autre chose qu'une machine d'Atwood, plus la vis motrice aura de prépondérance, plus la vitesse sera grande. Si donc on donne à cette vis un grand volume hydrophore et qu'on en termine, à la partie supérieure, le filet à une hauteur convenable, la vitesse de la vis se règlera d'elle-même et sans que l'on ait à s'en occuper, sur l'abondance de l'eau affluente.

N.° 208. Dans de telles conditions, il y a une double perte lorsque l'eau affluente vient à manquer. La première provient de ce qu'en pénétrant dans la vis l'eau a une chûte inutile; la seconde de ce que le volume hydrophore pénètre dans le bassin inférieur sans être plein; pour la concevoir, saisissons le moment où la génératrice horizontale du filet, qui sert de limite à l'espace hydrophore, vient se placer dans le plan du niveau de l'eau du bassin inférieur; alors le niveau de l'eau dans l'espace hydrophore se trouve plus bas que dans le bassin, et celui-ci exerce

sur les faces inférieures du filet et de l'enveloppe, dans toute l'étendue du volume hydrophore, une pression de bas en haut équivalente au poids de l'eau, qui manque dans l'espace hydrophore; la résultante de cette pression est tangente au noyau virtuel; cette réaction naît du moment où le niveau de l'eau dans l'espace hydrophore devient plus bas que dans le bassin inférieur, et cesse quand la génératrice horizontale du filet s'est abaissée au-dessous de ce dernier niveau.

N.° 209. On peut parer à cet inconvénient en raccourcissant le filet de la vis par le bas; mais alors, quand le volume hydrophore est plein, il y a chûte lorsqu'il commence à se vider.

Lors donc que le volume de l'eau motrice sera variable, on règlera, sur la moyenne, la hauteur dont la vis motrice sera plongée dans le bassin inférieur.

N.° 210. Lorsque la vis extérieure est très-volumineuse, que la vitesse et le poids de l'appareil sont grands, il y a utilité à détacher, pour la vis extérieure, le noyau de l'enveloppe. Le poids de la vis intérieure peut alors compenser en partie la pression qu'éprouve, normalement à l'axe, le filet de la vis extérieure.

Effet de la vitesse.

N.° 211. Lorsque les vis concentriques, à filets inverses, ont une vitesse rotative assez grande, poür que le liquide prenne une pente dans l'espace hydrophore, cette pente est inverse d'une vis à l'autre, et elle écarte les centres de gravité des volumes hydrophores du plan vertical tangent au noyau virtuel, en éloignant de l'axe de la vis celui du volume ascendant, et en rapprochant celui du volume descendant. Ainsi le moment de la résistance augmente, et celui de la puissance diminue. C'est une double réduction dans l'effet utile de l'appareil. Il ne convient donc pas de le faire fonctionner avec une grande vitesse.

N.° 212. Nous ne terminerons pas, sans faire observer que des vis concentriques, à filets inverses, sont très-convenables pour l'étude des lois du mouvement des liquides dans des canaux héliçoïdaux.

CINQUIÈME PARTIE.

§ 14. RÉSUMÉ

Des principales règles données, dans ce mémoire, pour la construction de la vis d'Archimède.

N.° 213. Les principales règles, que nous avons proposées dans ce mémoire, pour la construction de la vis d'Archimède, peuvent se résumer comme il suit :

Génération de la surface du filet.

1.° Prendre pour la directrice de la surface du filet de la vis, une hélice tracée sur une surface cylindrique d'un certain rayon, que nous avons désigné par la lettre r.

Pas de la vis. Rayon du noyau virtuel. Inclinaison.

2.° p étant le pas de la vis, et i l'angle, que fait son axe avec l'horizon, établir la relation :

$$p = 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i}.$$

3.° Prendre pour la génératrice de la surface du filet de la vis la tangente à l'hélice ci-dessus décrite.

4.° Nous appelons noyau virtuel le cylindre de rayon r.

Représentant par r le rayon du noyau effectif, et par R celui de la surface intérieure de l'enveloppe ;

Volume hydrophore

Le volume d'eau, que donnera, à chaque révolution, la vis, dont l'enveloppe et le noyau auraient les rayons R et r, s'obtiendra en multipliant $\frac{\cos i}{\sin i}\, r^3$ par le coefficient, que donne le tableau N.° 1, selon le nombre des filets de la vis et la valeur de $\frac{R}{r}$.

5.° De ce volume, on retranchera celui d'une vis, dont les rayons correspondants seraient ρ et r, calculé de la même manière, et la différence sera le volume de la vis, dont le rayon de l'enveloppe sera R et celui du noyau ρ.

Rayon du noyau effectif.

6.° Prendre de préférence pour ρ des valeurs grandes, mais qui cependant n'excèdent pas celle qui satisfait à la relation suivante :

$$\frac{\pi}{N} + \text{arc tang} \sqrt{\left(\frac{\rho}{r}\right)^2 - 1} = \sqrt{\left(\frac{\rho}{r}\right)^2 - 1},$$

$\frac{p}{N}$ étant l'écartement des filets, mesuré parallèlement à l'axe de la vis.

Fortes vis. Nombre des filets. Rayon du noyau virtuel.

7.° Dans le cas où la vis est destinée à un moteur puissant, prendre un grand nombre de filets et une grande valeur pour r.

8.° Prendre de préférence pour $\frac{R}{r}$, selon que le nombre N des filets soit de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 ou 10, des valeurs qui s'écartent peu des suivantes : 7; 5; 4,5; 4; 3,8; 3,6; 3,4; 3,2.

9.° Prendre pour la longueur L de la vis, celle qui est donnée par l'expression :

$$L = \frac{H_1}{\sin i} + \left(\sqrt{R^2 - r^2} + R\right) \frac{\cos i}{\sin i}.$$

H_1 étant la distance verticale du point le plus bas de l'ouverture supérieure de l'enveloppe au niveau de l'eau dans le bassin inférieur.

Inclinaison

10.° Si la vis doit être très-pesante, prendre de préférence pour l'angle i une quantité telle que l'on ait approximativement :

$$\frac{\sin i}{\cos i} = \sqrt{2}$$

11.° Si la vis doit se mouvoir avec vitesse, prendre de préférence une valeur de i telle que :

$$\frac{\cos i}{\sin i} = \sqrt{\frac{R}{r}} ;$$

R étant ici le rayon de l'hélice, que parcourent les points du liquide contenu dans la vis, dont la vitesse relative, par rapport à celle de l'appareil, est une moyenne.

Vitesse. 12.° Préférer les petites vitesses aux grandes.

Inclinaison dans le cas des grandes vitesses. 13.° En cas de grandes vitesses, l'appareil étant construit pour fonctionner sous une certaine inclinaison, le pencher un peu plus ; ou encore :

Vis hollandaise 14.° Détacher le filet de l'enveloppe. En pareil cas, terminer l'enveloppe, 1.° latéralement à deux génératrices, dont la première soit dans le plan vertical tangent au noyau virtuel, du côté où le filet s'élève, et ne soit pas au-dessous de l'axe de la vis, et la seconde à une distance du plan vertical passant par l'axe de la vis donnée par le tableau N.° 3; les distances en plus étant prises du côté où le filet s'élève, celles en moins du côté où il s'abaisse.

2.° Terminer l'enveloppe, à la partie inférieure, à l'hélice de même sens et de même pas que la vis, qui coupe les génératrices extrêmes de l'enveloppe, telles qu'elles sont définies ci-dessus, en leurs points de rencontre avec le niveau de l'eau dans le bassin inférieur.

3.° La terminer à la partie supérieure, de telle sorte qu'elle s'élève le moins possible au-dessus du niveau de l'eau dans le bassin supérieur, ou mieux encore, suivant une hélice de même sens et de même pas que la vis, qui coupe les génératrices extrêmes ci-dessus décrites, au-dessus du niveau de l'eau du bassin supérieur, à une distance égale à l'intervalle de deux filets consécutifs, cette distance étant mesurée suivant

les génératrices ; dans ce dernier cas, mettre un clapet ou une vanne dans le canal de décharge.

Quand la vis doit être motrice, baisser cette hélice parallèlement à elle-même de telle sorte que l'eau alimentaire puisse passer en totalité par l'échancrure qu'elle forme.

Vis en métal.

15.° Quand la vis est construite en métal, conserver au filet la forme, que nous avons indiquée ci-dessus, et qui est celle d'une surface développable.

Les détails de construction se déduisent alors mathématiquement des données qui précèdent. Nous ajouterons seulement que, dans le développement du filet sur un plan, l'hélice d'un rayon quelconque ρ se rabat sur une circonférene de cercle, dont le rayon est

$$\frac{1}{\sin i}\sqrt{\rho^2 + r^2 \frac{\cos^2 i}{\sin^2 i}},$$

et que, n étant le nombre des spires du filet, après la pose, la superficie de la partie de ce filet, comprise entre les surfaces cylindriques de rayons R et r est :

$$n\pi \frac{R^2 - r^2}{\sin i}:$$

Vis en bois.

16.° Quand la vis doit être construite en bois, substituer au besoin à la surface développable du filet, une surface gauche, en prenant, dans un plan passant par l'axe de la vis, pour génératrice, une droite, qui s'approche autant que possible de la courbe d'intersection du même plan avec la surface que nous avons décrite ; la directrice étant toujours une hélice de même pas que la vis.

Vis concentriques.

17.° Quand la vis est destinée à élever de l'eau, en prenant pour moteur une chûte, la faire double, la vis intérieure servant de noyau à l'autre, et leur donner des dimensions telles que le produit du volume hydrophore, sur la longueur d'un pas, de la

vis descendante, multiplié par la hauteur dont l'eau descend, l'emporte sur celui du volume hydrophore de la vis ascendante, sur la longueur d'un pas, par la hauteur dont elle élève l'eau.

Prendre pour la différence de ces quantités d'action, une quantité telle qu'elle suffise à vaincre les frottements et à donner à l'appareil la vitesse voulue.

18.° Terminer chaque vis, dans le bassin inférieur, comme si elle était isolée.

19.° Quand la vis intérieure se prolonge au-dessous du bassin, où se termine, par le bas, la vis extérieure, faire contourner la paroi du bassin autour de l'enveloppe de la vis intérieure, entre cette enveloppe et le noyau de la vis extérieure, de manière à n'être pas forcé d'échancrer la paroi de ce bassin, et d'y faire baisser l'eau pour le passage de la vis intérieure.

20.° Quand la vis intérieure dégorge dans le haut de la vis extérieure, si celle-ci n'est pas motrice, en terminer le noyau, à la partie supérieure, à une assez grande hauteur, pour que le déversement de l'eau de la vis intérieure ne trouble pas celui de la vis extérieure.

21.° Pour la vis descendante ou motrice, quand elle doit se mouvoir avec vitesse, raccourcir le filet à la partie supérieure, de telle sorte qu'en pénétrant dans le canal héliçoïdal, l'eau ait acquis, parallèlement à l'axe de la vis, la vitesse convenable.

Vis motrice. 22.° Quand une vis, employée comme moteur, est destinée à fonctionner isolément, il convient, dans le cas des grandes vitesses, d'en redresser un peu l'axe.

Vis noyée. 23.° Quand une vis, employée ou non comme moteur, est sujette à être noyée par le bas, préférer le cas de l'enveloppe fixe à celui de l'enveloppe mobile ; étendre, pour une vis motrice, l'enveloppe, du côté où le filet descend, dans le mouve-

ment rotatif de la vis, un peu au-delà de la limite donnée par le tableau N.º 3.

24.º Pour les vis motrices ou autres, de fortes dimensions, dans le cas des petites chûtes, si elles ont une enveloppe mobile, la remplacer, sur une certaine zône, à la partie supérieure, par une enveloppe fixe, terminée comme il est dit ci-dessus 12.º

SIXIÈME PARTIE.

Applications.

La méthode à suivre, dans les applications, doit varier selon les données.

Nous nous bornerons à présenter ici quelques exemples :

§ 15. VIS DES ANCIENS.

Règle de Vitruve.

N.º 214. D'après Vitruve, le canon ou enveloppe de la vis doit avoir, de diamètre, le huitième de sa longueur ; le noyau, d'un diamètre moitié moindre, doit porter quatre ou huit filets, coupant ses génératrices sous une inclinaison de 45°, et l'appareil doit fonctionner sous une inclinaison de quatre de base pour trois de hauteur. Le grand nombre des filets s'explique par leur composition ; ils étaient formés de brins d'osier rampant en hélice et fixés les uns aux autres par de la poix ; de là aussi la nécessité d'appliquer le moteur, non au noyau, mais à l'enveloppe.

Application

N.º 215. L'autorité de Vitruve n'a pu déterminer les constructeurs à revenir aux errements de l'antiquité. M. d'Aubuisson, dans son traité d'hydraulique, les recommande bien, mais sous une forme dubitative. Il est des circonstances où nous pensons que les règles de Vitruve sont bonnes. Nous allons essayer de les appliquer :

Détermination des principaux éléments de la vis.

Plus riches que les anciens, de capitaux et d'industrie, nous substituerons une feuille métallique à la poix résine et aux brins d'osier. Nous pourrons ainsi diminuer le nombre des filets, que nous réduirons à trois.

Soit, pour la longueur du canon................. 10^m 00

Son diamètre 2 R sera de $\frac{10^m}{8}$ ou.............. 1^m 25

Celui 2 r du noyau sera de $\frac{10^m}{16}$ ou.............. 0^m 625

Ce sera là le noyau matériel; mais nous adopterons un noyau virtuel de rayon r tel que les conditions des articles 13 et 29 s'appliquent à la vis de Vitruve.

La circonférence du noyau de rayon r sera 1^m 963; les filets coupant les génératrices du noyau sous un angle de 45°, la longueur du pas sera de 1^m 963 et le nombre des pas de la vis sera de $\frac{10}{1,963}$, ou 5,0942.

Dans les conditions des N.os 13 et 29, la valeur p du pas de la vis a pour expression :

$$p = 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} \text{ ; (N.° 11).}$$

Substituant, dans cette équation, pour p, sa valeur 1^m963, pour π sa valeur 3,1415 et pour $\frac{\cos i}{\sin i}$ sa valeur $\frac{4}{3}$, on en déduit, pour le diamètre 2 r du noyau virtuel, 0^m46875.

N.° 216. Tels sont les éléments principaux de la vis ; elle serait très-grande, et pour en diminuer le poids nous proposerions de la construire comme il suit :

Construction. Le noyau et l'enveloppe seraient en bois de sapin rouge et les filets en zinc.

Le noyau serait creux, formé de douves de 0^m,05 d'épaisseur, reliées entre elles par deux cercles en fer de 0^m04 sur 0^m005 d'équarrissage, et trois molles-bandes en fer de même calibre rampant en hélices entre les filets.

Ce noyau aurait 1m de plus de longueur que l'enveloppe et les tourillons y seraient fixés au moyen de disques en bois d'orme, de dix centimètres d'épaisseur, enchassés dans la partie creuse du noyau, auquel ils seraient attachés par des clous ; savoir : un disque à chaque extrémité du noyau ; les deux autres à 0m50 des précédents.

C'est au centre de ces disques, que seraient calées les queues des tourillons, dont la longueur pourrait être de 0m70, pour chacun, et l'équarrissage de 0m05 sur 0m05 moyennement. L'enveloppe aurait 0m025 d'épaisseur : les douves en seraient reliées entre elles par onze cercles de fer, de l'équarrissage indiqué ci-dessus, et les cercles des extrémités seraient reliés à ceux du noyau par des tirants en fer de même largeur que les cercles, et d'une épaisseur double. Les filets pénétreraient de 0m005 dans le noyau et dans l'enveloppe. Il y serait pratiqué à cet effet, d'avance, à la scie, sous une inclinaison convenable, (N.o 125), des rainures de l'épaisseur du zinc, et de 0m005 de profondeur.

N.o 217. Après la pose, les filets seraient donc compris entre deux surfaces cylindriques, concentriques, dont les rayons seraient $r' = 0^m3075$; $R' = 0^m63$. La valeur n du nombre total des spires de chaque filet, (N.o 19), étant ici de 5,0942, la surface totale de chaque filet sera, (N.o 22) :

$$\frac{n\,\pi}{\sin i}(R'^2 - r^2) - \frac{n\,\pi}{\sin i}(r'^2 - r^2),\ \text{ou}\ \frac{n\,\pi}{\sin i}(R'^2 - r'^2) = 8^{mc}062.$$

Pour trois filets on aura une superficie de $24^{mq}186$.

N.o 218. La surface plane annulaire sur laquelle se rabat le filet, quand on en fait le développement, est comprise entre deux circonférences de cercle, dont il importe au constructeur de connaître les rayons.

Soient r'_0 et R'_0 ces rayons ; r' et R' étant toujours les rayons des surfaces cylindriques concentriques à la vis, qui limitent le filet après la pose ; on a, (N.o 10) :

$$r'_0 = \frac{\sqrt{r'^2 + r^2 \frac{\cos^2 i}{\sin^2 i}}}{\sin i}\ ;\ R'_0 = \frac{\sqrt{R'^2 + r^2 \frac{\cos^2 i}{\sin^2 i}}}{\sin i}.$$

Substituant, dans ces équations, pour r, r' et R' les valeurs $0^m,2344$, $0^m,3075$ et $0^m,63$, pour $\sin i$ sa valeur 0,60 etpour $\frac{\cos i}{\sin i}$ sa valeur 1,333, on en tire les valeurs suivantes :

$$r'_0 = 0^m,7306,\ R'_0 = 1^m,172.$$

Le nombre des révolutions de la surface annulaire sera, (N.° 21), de 5,0942 × 0,60 ou 3,05652.

La surface annulaire sera $\pi\,(R'^2_0 - r'^2_0) \times 3{,}05652$ ou $8^m,062$, c'est-à-dire la même que celle du filet, ce qui devait être.

N.° 219. Ainsi formée, la vis se trouve composée :

Poids et prix de l'appareil.

	mc	f	k
1.° D'un noyau en sapin d'un cube de	0,993 valant	99,30 et pesant	795,00
2.° De quatre disques en orme, de	0,087	8,70	82,00
3.° D'une enveloppe en sapin, de	1,000	150,00	800,00
4.° De trois filets en zinc de $0^m,001$ d'épaisseur, ayant avec assemblages	24,184	190,26	173,00
5.° De ferrures		227,00	227,00
6.° De 320 patins en orme, cloués sur l'enveloppe, pour porter les manœuvres		32,00	320,00
TOTAUX		707,26	2397,00
Ajoutant pour la sujétion		92,74	
On a pour le prix de la vis ...		800,00	

Hauteur à laquelle elle porte l'eau.

N.° 220. La hauteur H_1 à laquelle cette vis élèverait l'eau, sera donnée par la formule du N.° 99, savoir :

$$H_1 = L \sin i - (\sqrt{R^2 - r^2} + R) \cos i.$$

Substituant pour L sa valeur 10m00, pour R sa valeur 0m625, pour r sa valeur 0m,2344, et pour sin i et cos i leurs valeurs 0,60 et 0,80, on trouve :

$$H_1 = 5^m 027.$$

Déversement.

N.° 221. Le déversement s'opérerait très-près du point le plus bas de l'ouverture supérieure du canon, car le coefficient, déduit du tableau N.° 2, est nul pour la disposition proposée.

Libre circulation de l'air.

Enfin, l'air circulerait librement dans toutes les spires non plongées ; en effet, on déduit du N.° 151 que, pour les vis de trois filets, le rayon du noyau, qui intercepterait le passage de l'air, serait égal à trois fois et demi le rayon du noyau virtuel, c'est-à-dire à 0m82 environ ; or le rayon du noyau n'est pas ici de 0m32.

Volume hydrophore

N.° 222. Le volume hydrophore, sur la longueur d'un pas, d'une vis de trois filets ayant, pour R une valeur de 0m,625, et pour r une valeur de 0m2344, et fonctionnant sous une inclinaison i telle que $\frac{\cos i}{\sin i} = \frac{4}{3}$, doit être, d'après les N.os 89, 90 et 91, de 0mc,4506.

Mais de ce volume, il faut retrancher celui qu'occupe le noyau de rayon $r = 0{,}3125$ et qui est de 0mc0033 ; il reste donc pour le volume hydrophore, sur la longueur d'un pas, 0mc4473.

Charge de l'appareil.

N.° 223. Le poids P du liquide, dont la vis est chargée, sera, (N.° 62), le m. c. d'eau pesant 1000 k.

$$0^{mc}4473 \times 1000^{k} \times \frac{H_{1}}{2\pi r \cos i} = P,$$

ou

$$\frac{0^{mc}4473 \times 1000^{k} \times 5^{m}027}{2 \times 3{,}141 \times 0^{m}2344 \times 0{,}80} = 1908^{k}50 = P.$$

Le poids p de l'appareil, est, comme nous l'avons vu, de 2375^{k}.

Moment de la résistance au mouvement.

N.° 224. Substituant ces valeurs, dans l'expression donnée au N.° 52, pour le moment de la résistance, savoir :

$$P\, r \cos i + f \rho\, (P + p) \sin i + f_{1}\, \rho_{1}\, (P + p) \cos i.$$

Prenant pour f et f_{1} une valeur de 0,12 et faisant $\rho = 0^{m}0125$ et $\rho_{1} = 0^{m}025$, on trouve, pour cette expression, le nombre 371^{km},93; elle surpasse de 14^{km},1355, ou de 3,8 p. 0/0, la valeur de $P\, r \cos i$, qui est 357^{km},79; cette différence est la valeur du frottement des tourillons.

Moteur.

N.° 225. Si le moteur est un certain nombre d'hommes portés sur l'enveloppe de la vis, à la hauteur de l'axe, x étant le poids de ces hommes, et R_{1} le rayon du cylindre auquel sera tangente la verticale passant par leur centre de gravité, le moment de la puissance sera :

$$x\, R_{1} \cos i - (f \rho\, x \sin i + f_{1}\, \rho_{1}\, x \cos i)$$

ou,

$$x\, (R_{1} \cos i - f \rho \sin i - f_{1}\, \rho_{1} \cos i).$$

Et l'on devra avoir :

$$x\,(R_1 \cos i - f\rho \sin i - f_1\,\rho_1 \cos i) = 371^{km},93.$$

d'où

$$x = \frac{371^{km},93}{R_1 \cos i - f\rho \sin i - f_1\,\rho_1 \cos i}.$$

A cause de l'épaisseur de l'enveloppe et des taquets, on ne peut prendre pour R_1 une valeur moindre de 0^m75 ; adoptant ce chiffre et substituant, dans la formule précédente, aux expressions algébriques, les valeurs qu'elles représentent, on trouve pour x la valeur :

$$x = 616^k,48.$$

Le poids de ces hommes occasionne sur les tourillons un frottement, dont le moment est $2^{km},0344$; l'ajoutant à celui de $14^{km},1355$ trouvé ci-dessus, on a, en tout, pour les frottements $16^{km},17$ ou $4,52\ p\ \frac{0}{0}$ de la résistance due au poids du liquide.

N.° 226. Neuf hommes, d'un poids de 68^k50, suffiraient donc pour entretenir le mouvement de la vis, si nous avions bien évalué ci-dessus toutes les résistances; mais nous avons négligé celles qui sont dues au mouvement du liquide, et qui, bien que très-faibles, parce que la vis fonctionnera lentement, doivent néanmoins être prises en considération; d'ailleurs le poids moyen d'un homme n'est pas de $68^k,50$ mais bien de 65^k. Nous croyons donc que cette vis pourra être mise en mouvement par dix hommes, ce qui, à raison de 65^k ferait, pour le poids total du moteur, 650^k.

N.° 227. Les taquets décriront des circonférences de cercle dont la tangente, au point où poseront les pieds des manœuvres,

fera avec l'horizon, un angle $\frac{\pi}{2} - i$; les manœuvres seront donc dans la même situation que s'ils montaient une rampe de trois de base pour quatre de hauteur.

On estime ordinairement qu'un manœuvre montant une rampe douce sans fardeau, ou agissant sur une roue à chevilles ou à tambour à la hauteur de l'axe de la roue, monte par seconde de $0^{m}15$. La vitesse des taquets devrait donc être ici de $0^{m}19$ environ, mais nous ne la supposerons que de $0^{m}15$, pour rester au-dessous de la vérité.

Le nombre des révolutions que ferait, en ce cas, la vis, par journée de huit heures de travail, serait de 900 environ, et le cube d'eau élevé à chaque révolution, étant de $0^{mc}4473$, le cube total, élevé par jour, serait de 400^{m} environ.

Effet utile. N.° 228. La quantité d'action utilisée par jour, sera de $400{,}000^{k} \times 5^{m}027$, ou $2{,}010{,}800^{km}$.

Ce qui fait par homme, $201{,}080^{km}$.

On compte pour la vis ordinaire $100{,}000^{km}$.

Mais l'homme y est appliqué à une manivelle, tandis que sur la vis de Vitruve, il monte sans charge, mode doublement avantageux, 1.° en ce que ce sont les muscles les plus vigoureux et les plus exercés qui agissent; 2.° En ce que chaque homme fournit nécessairement, selon son poids, et sans fraude, son contingent de travail.

N.° 229. Dans ce calcul de l'effet utile, nous supposons que l'eau du bassin supérieur affleure l'ouverture du canon. Ce n'est pas ce qui a ordinairement lieu, mais en admettant qu'il y ait, pour le dégagement de l'eau et le canal de fuite, une chûte totale de dix centimètres, il restera encore, pour la quantité d'action utilisée, $400{,}000^{k} \times 4^{m}{,}927$, ou $1{,}970{,}800^{km}$.

Ce qui fait par homme $197{,}080^{km}$.

Les dix hommes pesant ensemble 650^{k}, se seront élevés en

totalité de $3{,}1416 \times 1^m{,}50 \times 900 \times 0{,}80 = 3392^m82$, ce qui donne une quantité d'action dépensée de 2,205,333^{km}. L'effet utile est donc de $\frac{1{,}970{,}800}{2{,}205{,}333} = 0{,}89366$.

N.° 230. Le poids du moteur a été supposé ici de 650^k, tandis qu'il pouvait n'être à la rigueur que de 616^{k}48, à supposer que la perte de force vive, due au mouvement du fluide, fût nulle. Il y aura donc, pour compenser cette perte, dans le moteur, un supplément de poids de 650^k — 616^k,48 ou 33^k,52, lequel aura été élevé pendant les huit heures de travail à 3392^{m}84; d'où une quantité d'action totale de 113,730^{km}; or, l'une des consommations non utilisées de force motrice, les plus grandes qu'entraîne le mouvement du fluide, est dans sa vitesse de translation parallèlement à l'axe de la vis.

Cette vitesse, la circonférence sur laquelle pose le moteur parcourant 0^{m}15 par seconde, sera de $\frac{1{,}963 \times 0{,}15}{3{,}1415 \times 1{,}50}$ ou 0^m,0625. La hauteur due à cette vitesse, est de 0^m,0002.

La masse totale du liquide, mise en mouvement en un jour, étant de 400,000^k, la quantité d'action consommée par la vitesse du liquide, sera de 400,000^k × 0^m,0002 ou 80^{km}.

Cet aperçu nous paraît suffisamment démontrer qu'il n'y a point d'exagération dans la valeur attribuée ci-dessus à l'effet utile, et nous dispensera d'examiner ici la perte du frottement de l'eau contre les parois.

Application du moteur.

N.° 231. La vis que nous venons de décrire, occupe horizontalement une longueur de 10^m × 0,80, ou 8^m; si l'on néglige un mètre vers la partie inférieure de la vis, qui plonge dans le liquide, il restera, pour placer les dix manœuvres, une largeur de 7^m, ce qui donne, pour chacun, 0^{m}70, en projection horizontale : nous croyons cette dimension suffisante.

On croit inutile d'ajouter ici qu'il faut aux manœuvres un appui à la hauteur de la main; mais il est indispensable de faire

observer que la vis étant vide, avant sa mise en mouvement, les manœuvres la font tourner et la chargent à mesure qu'ils prennent leur place : cette opération peut se faire sans aucun danger; si, à la fin du travail, ils quittaient sans précautions, la vis tendant à se dérouler pourrait au contraire causer des accidents: il faut donc la munir d'un déclic, ou veiller à ce que les ouvriers quittent un à un, en laissant la vis se dérouler lentement à mesure qu'elle serait délivrée du poids du moteur.

Discussion. — Vis semblables. N.° 232. On peut déduire aisément, des données qui précèdent, les éléments de vis adaptées à un moindre nombre d'hommes, et satisfaisant à la règle de Vitruve, et aux conditions sous lesquelles nous l'avons appliquée.

En effet, toutes les vis assujetties à ces conditions, auront même inclinaison et des dimensions linéaires proportionnelles; elles seront semblables. Leurs surfaces et leurs volumes hydrophores seront comme les carrés et les cubes des dimensions linéaires correspondantes, et, quant à la quantité d'action utilisée en un temps donné, si la vitesse rotative est la même, elle sera comme les quatrièmes puissances de ces dimensions linéaires, attendu qu'elle s'obtient par le produit du volume hydrophore multiplié par la hauteur H_1.

C'est d'après ces bases qu'a été formé le tableau N.° 4, où l'on suppose que toutes les vis ont même inclinaison de quatre de base pour trois de hauteur, même nombre de filets 3, et que le rayon moyen des taquets, qui portent les manœuvres, est le même, 0^m75.

Dans toutes ces vis, le nombre des spires de chaque filet serait de 5,0942; après développement, il ne serait plus que de 3,0565 et le nombre des révolutions par jour serait de 900.

Du nombre des filets. Nous avons proposé, dans l'application de nos principes à la vis de Vitruve, de réduire à trois le nombre des filets que les anciens portaient jusqu'à 8.

Nous avons fait les calculs pour le cas de trois filets, parce que

c'est la limite à laquelle il cesse d'être très-avantageux d'augmenter le nombre des filets dans la vis de Vitruve. En effet, si l'on passe de 3 à 4 filets, le volume hydrophore augmente d'un quart, mais la dépense augmente aussi d'un quart, (V. N.° 219, le prix d'un filet); si l'on passe de 4 à 5 filets, le volume hydrophore n'augmente plus que d'un septième, et le prix de l'appareil augmente d'un cinquième ; de 5 à 6 filets, le volume hydrophore n'augmente que d'un onzième, et la dépense augmente d'un sixième ; enfin, de 6 à 8 filets, le volume hydrophore augmente d'un neuvième, et le prix de l'appareil d'un peu plus du quart. Il se peut que des filets en osier enduits de poix, aient coûté beaucoup moins que le zinc, et les règles de Vitruve se trouveraient ainsi justifiées.

D'ailleurs, Vitruve conseille 4 ou 8 filets, et même lorsqu'ils coûtent cher, 4 filets n'ont rien de vicieux. 8 filets pouvaient être nécessaires dans certains cas pour consolider l'appareil, ils pouvaient surtout être utiles pour les inclinaisons anormales, (N.° 193). Si l'on n'a point égard à leur épaisseur, on trouve qu'ils ne devaient commencer à intercepter la libre circulation de l'air, que sous une inclinaison de 25°.

Modifications à faire au pas de la vis.

Nous pensons que Vitruve n'a point été aussi heureux dans le choix du pas de la vis, d'où dépend le rayon virtuel r ; si au lieu de prendre $\frac{R}{r} = 2,666$ dans tous les cas, il avait pris pour le cas de 4 filets $\frac{R}{r} = 4$, le volume hydrophore, sur la longueur d'un pas, eût été augmenté d'un cinquième environ.

§ 16. VIS DE M. PATTU.

Règle donnée par M. Pattu.

N.° 233. La vis de M. Pattu a les dimensions suivantes :

Diamètre du noyau.......... 0^m135
Id. de l'enveloppe..... 0^m46
Nombre de filets............ 2
Longueur du pas............ 0^m432
Inclinaison de la génératrice, 0^m108 sur 0^m162
Angle de cette génératrice avec celle du cylindre, 56° 18′ 30″.

Cette vis fonctionne sous une inclinaison de 35° et donne 20 litres et demi par révolution, la vis ordinaire n'en donnant que 13.

Dispositions comparatives.

N.° 234. Nous allons essayer d'appliquer aux dispositions principales de cette vis, les conditions que nous avons établies pour le filet à surface développable.

L'inclinaison de 35° donne, $\sin i = 0{,}57357$.
$\cos i = 0{,}81915$.

Comme nous devons avoir, (N.° 11), $p = 2\pi r \dfrac{\cos i}{\sin i}$;

si nous prenons, avec M. Pattu, $p = 0^m432$, nous en déduirons

$$r = \frac{p \sin i}{2\pi \cos i} = \frac{0^m432 \times 0{,}57357}{2 \times 3{,}1415 \times 0{,}81915} = 0^m048144.$$

C'est là le rayon du noyau virtuel ; celui du noyau effectif sera, comme dans la vis de M. Pattu, $r' = 0^m0675$; le rayon intérieur de l'enveloppe sera $R = 0^m23$.

Produit des deux vis.

N.° 235. Des N.os 89, 90 et 91 on déduira, pour le volume hydrophore, sur la longueur d'un pas, d'une vis construite comme il vient d'être dit, et dont le rayon du noyau et celui de l'enveloppe sont $r = \overset{m.}{0{,}048144}$, $R = \overset{m.}{0{,}23}$, ci : $\overset{\text{litres}}{24{,}543}$.

Le volume hydrophore, les rayons étant $r = 0^{m}048144$, $r' = 0^{m}0675$, est $0^{l}039$; le produit de la vis par révolution sera donc $24^{l}504$.

Discussion. M. Pattu a trouvé 20 litres et demi ; il approche donc beaucoup du maximum. Nous trouverons l'explication de ce résultat en observant que $\frac{\sin i}{\cos i}$ est ici égal à 0,70 et que le rapport $\frac{0^{m}108}{0^{m}162}$ des coordonnées, qui donnent l'inclinaison des éléments de la vis de M. Pattu sur la génératrice du noyau, est $0^{m}71$. Ces éléments se placent donc à peu près de niveau, quand ils arrivent dans le plan vertical passant par l'axe de la vis, et ils se rapprochent beaucoup de la courbe d'intersection de ce plan et de notre filet. Si nous adoptions trois filets au lieu de deux, le volume serait $29^{l}11$.

On observera que $\frac{R}{r}$ est ici égal à 4,79, ce qui est bien près des conditions du maximum pour le cas de 3 filets, (N.° 126), en effet, si l'on multiplie le cube de $0^{m},23$ par 1,70, volume hydrophore maximum quand $N = 3$, $R = 1$, on a 20 litres par révolution, pour une inclinaison de 45°, ce qui fait à peu près 29 litres pour une inclinaison de 35°.

Inclinaisons anormales. N.° 236. La vis étant construite pour fonctionner sous une inclinaison normale fort petite, 35°, il convient de favoriser dans son emploi les inclinaisons anormales plus fortes, de préférence aux plus faibles, (N.° 193), et il y a lieu en conséquence, de préférer trois filets.

On pourra pencher la vis jusqu'à 15° environ à l'horizon, sans que l'air cesse d'y circuler librement, et elle ne cessera de donner de l'eau à petite vitesse que quand on la placera sous une inclinaison de 73° environ.

Construction. Nous proposerions de faire les filets en zinc et l'enveloppe en bois de sapin ; le noyau serait en bois de chêne ; les filets

y seraient fixés par des clous au moyen d'appendices, que l'on y aurait soudés; ils pénètreraient dans l'enveloppe sur une épaisseur de 0m,005, ce qui porterait à 0m,235 le rayon R' de la surface cylindrique à laquelle ils seraient limités; ils se termineraient par des génératrices rectilignes, à la partie inférieure, et par des développantes de cercle, prises dans un plan normal à l'axe, à la partie supérieure. Il y aurait, à chaque extrémité, une armature en fer étamé; elles se composeraient chacune de deux cercles encastrés dans le noyau et l'enveloppe, dont ils affleureraient les surfaces, à l'extérieur pour le noyau, à l'intérieur pour l'enveloppe : ces cercles seraient réunis par des rayons méplats, de la forme de la surface du filet, dont ils occuperaient chacun une zône d'une égale largeur.

Les principaux éléments de la construction seraient : $N = 3$, (N.° 95); $r = 0^m,048$, (N.os 16 et 13); $i = 35°$, (N.os 7 et 29); $\sin i = 0,573$; $\cos i = 0,819$; $r_0 = 0^m,1467$, (N.° 7); $R = 0^m,23$, (N.os 10 et 13); $R_0 = 0^m,42$, (N.° 10); $r' = 0^m,0675$, (N.° 140); $r'_0 = 0^m,168$, (N.° 10); $R' = 0,235$; $R'_0 = 0^m,4287$; $p = 0^m,432$, (N.° 11); $l = 0^m,3925$, (N.os 9 et 13); $l \cos i = 0^m,325$, (N.° 61); $l \sin i = 0^m,151$, (N.° 127); $l_1 = 0^m,082$; $l_1 \cos i = 0^m,067$; $l_1 \sin i = 0^m,0471$; l'excédant de longueur de l'enveloppe sur le noyau, au bas de la vis, serait $(l - l_1) \cos i = 0^m,258$; l'angle sous lequel la trace du filet rencontre les génératrices de la surface intérieure de l'enveloppe est de 73° environ, (N.° 12); celui sous lequel elle rencontre les génératrices de la surface du noyau, est de 45° environ; celui sous lequel le filet rencontre l'enveloppe, est de 36° environ, (N.° 125). (fig. 23); celui sous lequel il rencontre le noyau est de 42° environ.

Nous avons indiqué, (fig. 15), le plan de l'extrémité inférieure de la vis; (fig. 18), l'armature inférieure du filet; (fig. 17), le plan de l'extrémité supérieure; (fig. 16), l'élévation d'un tronçon de vis dont une moitié de l'enveloppe est supprimée; le filet y est terminé, a des génératrices à l'extrémité inférieure, et

à un plan normal à l'axe à l'autre extrémité. La figure 19 donne la surface intérieure de l'enveloppe avec sa division en douves et ses armatures extrêmes développées sur un plan; la figure 20, la surface du noyau avec les traces des filets et les armatures extrêmes développées sur un plan; le pointillé indique la largeur laissée pour le joint. La figure 21 donne le développement d'une spire entière d'un filet : les lignes droites sont dirigées suivant les génératrices de la surface héliçoïdale; elles servent, soit pour terminer le filet par le bas, soit pour lignes de joints; la largeur laissée d'un côté pour le joint, est indiquée par une ligne pointillée; de l'autre, on a indiqué, par un trait plein, la largeur de l'armature. La figure 22 donne la dernière spire d'un filet, à la partie supérieure de la vis. La ligne droite est la ligne de joint avec la spire immédiatement inférieure; la développante de cercle terminale, la ligne, qui doit terminer, après la pose, le filet, dans un plan normal à l'axe de la vis; la zône, comprise entre les deux développantes, est l'armature à l'extrémité du filet.

Les traces des armatures sur les cercles sont indiquées sur les surfaces développées du noyau de l'enveloppe; ces armatures doivent être appliquées sur la face convexe du filet à la partie supérieure, et sur la face concave à la partie inférieure.

§ 17. VIS POUR UN MOTEUR DE LA FORCE DE CINQUANTE A CENT CHEVAUX.

Soit à construire, pour un moteur très-puissant, comme par exemple de la force de cinquante à cent chevaux, une vis destinée à élever l'eau à six mètres.

N.° 237. Nous avons choisi cet exemple, comme l'un des cas les plus difficiles, à cause du volume et du poids probable de l'appareil et de l'indétermination qu'il laisse dans les données.

Choix des principaux éléments de la construction. N.° 238. La vis serait construite en tôle, aussi bien le noyau que le filet et l'enveloppe.

Nous prendrons, (N.° 127), pour l'écartement des filets mesuré suivant la normale, 0^{m}50, et pour l'inclinaison i de la vis, un angle tel que $\frac{\sin i}{\cos i} = \frac{3}{2}$; ce qui se rapproche beaucoup de $\frac{\sin i}{\cos i} = \sqrt{2}$, (N.° 111). De plus, nous formerons la vis de dix filets, (N.° 126 et 154).

De ces données, nous déduisons, (N.° 127):

$$\frac{2\pi r}{N} \cos i = 0^m50; \text{ d'où, après substitution, } r = 1^m4346;$$

et, (N.° 11), $$p = 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} = 6^m009.$$

N.° 239. L'une des difficultés de la construction sera, disons nous, dans le volume et le poids de l'appareil. Nous devons donc éviter que les spires n'aient beaucoup de vide; c'est pourquoi, nous prendrons un noyau effectif de rayon r' plus

grand que r, (N.° 154); la limite du noyau effectif est ici de 2^m76, (N.° 151); pour éviter un diamètre excessif et ménager la faculté d'employer au besoin la vis sous une inclinaison anormale moindre que i, sans y intercepter la libre circulation de l'air, nous ferons $\mathbf{r} = 2^m20$; ce qui permettra de faire encore marcher convenablement la vis, même sous une inclinaison de 40°, (N.° 193); et, afin que les filets n'aient pas trop de fatigue et relient bien le noyau à l'enveloppe, nous prendrons $R - \mathbf{r} = 0^m50$; d'où $R = 2^m,70$. De la sorte, les canaux héliçoïdaux auront une section quadrangulaire, qui se rapprochera beaucoup d'un carré de 0^m50 de côté, et le quotient de la section divisée par le périmètre mouillé en étant grand, le liquide y prendra peu de pente, sous l'influence du frottement des parois.

Volume hydrophore

N.° 240. Une vis de dix filets de rayons $R = 2^m70$ et $\mathbf{r} = 2^m20$ et de l'inclinaison ci-dessus a, sur la longueur d'un pas, un volume hydrophore de 15^m058, (N.° 91.)

Le poids total P de l'eau, qui chargera la vis, sera, (N.° 62).

$$P = \frac{H_1}{2\pi \mathbf{r} \cos i} \times 15058^k,$$

ou, comme $H_1 = 6^m$ et $2\pi r \cos i = 4^m999$,

$$P = 18070^k.$$

Surface des parois.

N.° 241. La somme S des surfaces, dont la vis se compose, est ici, pour la longueur d'un pas, (N.° 22, 23 et 24).

$$S = N \frac{\pi (R^2 - \mathbf{r}^2)}{\sin i} + 2\pi r (2\pi \mathbf{r} + 2\pi R) \frac{\cos i}{\sin i} = 278^{mq}10.$$

La longueur L de l'appareil sera donnée par la formule, (N.° 99).

$$L = \frac{H_1}{\sin i} + (\sqrt{R^2 - r^2} + R) \frac{\cos i}{\sin i} = 10^m536.$$

La longueur du pas étant de 6m009, le nombre n des pas qu'aura l'appareil sera

$$n = \frac{10^{m}536}{6^{m}009} = 1,7533.$$

Si donc on suppose l'appareil terminé par deux plans normaux à l'axe, aux extrémités de l'enveloppe, la somme n S des surfaces dont il se composera sera :

$$n\,S = 1,7533 \times 278^{mq}10 = 487^{mq}59.$$

Epaisseur des parois.

N.° 242. L'épaisseur à donner à la tôle résulte de la formule, (N.° 109) :

$$e = \frac{P\,L \cos i}{M_{I}\,(R^{2} + r^{2}) - M''\,n\,S\,L \cos i}$$

la valeur à donner à M_{I} serait, d'après les formules généralement reçues, $M_{I} = 4,720,000$.

M'' est pour la tôle 7788k ; substitution faite, on a :

$$e = 0^{m}003.$$

Poids et charge de la vis.

N.° 243. Le poids des surfaces n S sera de 7788k $e\,n$ S = 11428k. Mais il faut tenir compte des assemblages des feuilles entre elles ; nous les supposerons assemblées à recouvrement, par des rivets. L'enveloppe et le noyau seront composés de feuilles rampant en hélices entre les filets ; elles se recouvriront sur les bords; le filet sera pincé entre elles et fixé par les mêmes rivets : à cet effet, il sera replié convenablement sur les côtés.

Au poids ci-dessus, nous ajouterons $\frac{1}{10}$ pour celui des assemblages, et nous aurons pour le poids p de l'appareil. 12571k

Celui P de la charge étant........................ 18070k

Le poids total P + p de l'appareil et de sa charge sera 30 641k

Tourillons. N.° 244. Nous supposerons les tourillons contigus à la vis à ses extrémités ; leur rayon ρ_1 sera donné par la formule suivante, usitée dans la pratique.

$$\rho_1^2 = \frac{30641^k}{8 \times 368125} \text{ ; d'où } \rho_1 = 0^m10.$$

Nous donnerons à la partie tournée de ces tourillons une longueur égale à leur diamètre et nous les prolongerons vers la vis d'une longueur égale, pour l'assemblage.

Leur poids sera donc en tout de 196k21, soit 200k00.

N.° 245. On pourra les relier au noyau par des roues en fonte ; la roue supérieure porterait une couronne dentée à laquelle le moteur serait appliqué.

Nous estimerons, pour abréger, à 6000k le poids de ces roues en fonte et de leurs attaches.

Poids et prix de l'appareil. N.° 246. L'appareil sera donc formé à peu près comme il suit :

Tôle de 0m003 d'ép.r	12571K à 1f00 le k.	12571fs00
Tourillons en fer forgé,	200k à 2,00 le k.	400, 00
Roues de support en fonte	6000k à 0f40 le k.	2 400, 00
Totaux....	18771k	15371fs00

Frottements. N.° 247. Le moteur pourra être appliqué de manière à diminuer la pression de la vis sur ses tourillons ; mais nous ferons abstraction de cet allégement, dans le calcul du frottement des tourillons.

La quantité d'action consommée par ce frottement, à chaque révolution, est, (N.° 52.)

$$2\pi f \rho (P + p) \sin i + 2\pi f_1 \rho_1 (P + p) \cos i ;$$

ou, en supposant $f = f_1$:

$$2\pi f (P + p) (\rho \sin i + \rho_1 \cos i).$$

Soit $f = 0,12$ et $\rho = \frac{2}{3}\rho_1 = 0,0666$. Nous aurons pour l'expression ci-dessus 2565^{km}.

La quantité d'action utilisée par la vis à chaque révolution est $6^m \times 15058^k = 90348^{km}00$.

Le frottement des tourillons absorbe donc les $\frac{2565}{90348}$ ou les 2,839 p. % de l'effet utile.

Moteur de 100 chevaux.

N.° 248. Supposons que l'on applique à cet appareil un moteur de la force de cent chevaux, c'est-à-dire qui élève 7500^k à 1^m en $1''$, ou 1250^k à 6^m en $1''$; si l'on en déduit les 2,839 p. % pour le frottement des tourillons, ci 35^k49, il restera 1214^k51 élevés à 6^m en $1''$, et, comme l'appareil élève à chaque révolution 15058^k à 6^m, on trouve que le moteur lui fera faire une révolution en $\frac{15058}{1214,51} = 12'',40$, en ne tenant pas compte de la force vive consommée par le liquide.

Vitesse de l'appareil.

L'appareil fera donc à peu près cinq tours par minute, ce qui est loin d'être excessif.

Pente de l'eau dans le canal héliçoïdal.

N.° 249. Assurons-nous d'abord de l'influence qu'aura cette vitesse sur le volume hydrophore, et, pour adopter les hypothèses les plus onéreuses, à la vitesse relative moyenne du liquide substituons celle des filets qui touchent l'enveloppe.

La longueur d'une spire mesurée sur l'enveloppe est :

$$\sqrt{(2\pi R)^2 + \left(2\pi r\frac{\cos i}{\sin i}\right)^2} = 18^m.$$

La vitesse relative des filets du fluide, qui suivront l'enveloppe, sera :

$$\frac{18^m}{12''40} = 1^m4518.$$

Si nous appliquons au canal héliçoïdal, les formules relatives au mouvement de l'eau dans les tuyaux de conduite et que nous supposions ici que le quotient de la section par le périmètre

mouillé, soit moyennement de 0^m10, ce qui ne peut être éloigné de la vérité, nous aurons, pour la pente par mètre courant, que prendra le liquide dans le volume hydrophore, en raison du frottement occasionné par une vitesse relative de 1^m4518 par $1''$:

$$\frac{0{,}0003425}{0^m10} \times 1^m4518\ (1^m4518 + 0{,}055).$$

ce qui est égal à $0^m0074751$.

Cette pente ne diminuera donc pas sensiblement le volume hydrophore.

Frottement de l'eau dans le canal héliçoïdal. N.° 250. Nous pouvons en déduire la quantité d'action consommée par le frottement du fluide contre les parois du canal héliçoïdal.

Chaque canal ayant, par spire, une longueur de 18^m et la vis ayant 1,7533 spires, la longueur de chaque canal sera 1,7533 × 18^m ou $31^m\ 555$.

La pente totale du liquide aura été, sur cette longueur, de :

$$0{,}0074751 \times 31{,}555\text{, ou de } 0^m23588\text{;}$$

Le liquide sera descendu de 0^m23588 tandis que l'appareil l'élevait à 6^m; la quantité d'action consommée par le frottement du liquide contre les parois serait donc moindre que les $\frac{0{,}23588}{6}$ ou 3,931 p. %, de l'effet utile, la vitesse moyenne étant moindre que celle des filets contigus à l'enveloppe.

N.° 251. Pour compléter l'estimation de la quantité d'action consommée au maximum par le liquide, il nous reste à tenir compte de sa vitesse absolue, parrallèlement à l'axe de la vis et de la chûte, qui est inévitable au point où s'opère le déversement.

Perte de force due à la vitesse du liquide. N.° 252. La vitesse de translation du liquide parallèlement à l'axe de la vis sera le quotient de la longueur du pas divisée par la durée d'une révolution, ci $\frac{6{,}009}{12''40}$ ou $0^m{,}48467$.

La hauteur due à cette vitesse est de 0^m012 environ. Cette

vitesse absorbe les $\frac{0{,}012}{6}$, ou 0,6 p. %, de la force motrice, et, en compensation, elle aide à l'expulsion du liquide, à la partie supérieure; elle diminue de 0^{m} 012 la charge sous laquelle il faudrait que l'eau se déversât, au sommet des génératrices inférieures de l'enveloppe, si elle y arrivait au repos. Nous en tiendrons compte implicitement, en admettant cette dernière hypothèse, et portant en perte toute la surélévation nécessaire au déversement de l'eau.

Ce déversement a lieu par une ouverture mobile, dans la partie inférieure d'une section circulaire inclinée à l'horizon.

Perte due au déversement.

Nous n'avons point trouvé de formules pratiques applicables à ce cas, et pour calculer la limite au dessous de laquelle soit la charge d'eau cherchée, prise en moyenne et sur le point le plus bas de l'ouverture supérieure de l'enveloppe, nous avons eu recours à des hypothèses et à des calculs, qu'il serait fastidieux de reproduire ici.

Le résultat en est que la chûte serait de $0^{m}40$ environ, et qu'elle absorberait par suite les $\frac{0{,}40}{6}$, ou 0,06666, de l'effet utile.

Cette chûte pourrait se réduire par la disposition indiquée à la fin du N.° 137, mais nous ne tiendrons pas compte de l'avantage qui en résulte.

Effet utile.

N.° 254. En somme les pertes peuvent donc s'estimer comme il suit :

Réduction	de l'effet utile dû au frottement des tourillons		0,0284
Id.	au frottement du liquide contre les parois au maximum	0,0393	
			0,1059.
Id.	à la vitesse absolue et au déversement du liquide, environ	0,0666	
		Total....	0,1343

Vitesse effective.

N.° 255. Cette estimation nous permettra de rectifier le calcul de la vitesse rotative de l'appareil. L'effet utile étant diminué de 10 pour $_0/^0$ environ par le mouvement du liquide, la quantité d'eau élevée à 6^m en 1″ sera de 10 pour $^0/_0$ environ moindre que nous ne l'avions évaluée ci-dessus, et comme elle est proportionnée à la vitesse rotative de l'appareil, cette vitesse devra être diminué de 10 pour $_0/^0$.

Conclusion.

N.° 256. Ainsi nous avons déterminé méthodiquement le nombre des filets, le rayon du noyau virtuel, celui du noyau effectif et celui de l'enveloppe, la longueur, le pas, l'inclinaison et la vitesse de la vis, pour un moteur donné, ainsi que l'épaisseur des feuilles de tôle dont elle pourrait être formée.

Détails de construction.

N.° 257. Pour la construire, il ne reste plus qu'à déduire, des formules de la première partie, et en ayant, au besoin, égard aux observations faites dans la 3.e partie de ce mémoire, la coupe des surfaces développées sur un plan; mais, comme nous avons fait ce travail, dans les exemples précédents, nous ne le reproduirons pas ici; seulement nous ferons observer qu'il conviendra de terminer le filet, à la partie inférieure, à une génératrice, (N.° 61), et, à la partie supérieure, au plan normal à l'axe, qui termine l'enveloppe. Le filet aura donc moins d'étendue que nous ne l'avons supposé au N.° 241.

On sait que la génératrice de la surface héliçoïdale se rabat suivant une tangente à la circonférence qu'affecte, en se développant, l'arête de rebroussement de la surface héliçoïdale, (N.° 7), et que la développante de cette circonférence, (N.° 10), donne la coupe, que doit avoir le filet, à la partie supérieure, pour qu'il se termine à un plan normal à l'axe.

L'enveloppe aura aussi une surface moindre que nous ne l'avons compté au N.° 241, si, comme il convient, on la découpe à la partie inférieure, de manière à faciliter l'accès de l'eau dans le canal héliçoïdal, (N.° 129).

A la partie supérieure, il sera bon qu'elle soit munie d'un rebord de forme plane, normal à l'axe, si elle reste mobile dans toute sa longueur ; l'eau, en glissant sur ce plan, acquerrait une vitesse, qui faciliterait son évacuation par le canal de fuite.

Telle est la solution mathématique du problème. Il reste au constructeur à la modifier selon son expérience et son jugement, soit pour faciliter l'exécution ou la pose, soit pour parer aux inconvénients de résultats fondés sur des données nécessairement incomplètes.

C'est ainsi qu'au N.° 109 on suppose un cylindre creux, d'une seule pièce, et que la formule obtenue dans cette hypothèse a été appliquée à la vis dont il s'agit ici, bien qu'elle ait des joints nombreux, où la tôle est pliée, et qui peuvent la rendre flexible.

Aussi, à la figure 24, où cette vis est représentée, avons nous supposé, sous le noyau en tôle, un noyau en bois, formé de douves de huit centimètres d'épaisseur, solidement cerclées, et ayant un bombement de vingt centimètres. On ne s'arrêtera point aux modifications, qui doivent résulter de cette disposition, dans les détails d'exécution et le jeu de l'appareil ; il est facile de les déduire des principes posés dans la première et la deuxième parties de ce mémoire : nous dirons seulement que nous avons supposé, au rayon *r* du noyau virtuel, une valeur constante de $1^m,43$, sur toute la longueur de la vis, et que nous faisons varier les rayons r et R du noyau et de l'enveloppe, chacun de la même quantité, en les augmentant graduellement, des extrémités vers le milieu de l'appareil.

Ce bombement a pour objet de donner de la raideur au noyau en bois, qui, après avoir servi de cintre, pour poser la tôle, doit encore prévenir toute déformation, dans l'emploi de l'appareil. Si la vis était destinée à un long service, il serait mieux de supprimer le noyau en bois, et de donner plus de force à la tôle.

A la partie supérieure on a supposé l'enveloppe mobile remplacée, sur une zône de $1^{m}80$, par une enveloppe fixe, comme il est dit au N.º 137.

Le dessin représente, dans le bas, la vis avec son enveloppe, au milieu, la vis dépouillée de son enveloppe, et, dans le haut, la vis coupée par un plan vertical passant par son axe.

Discussion. N.º 258. Nous avons vu qu'un moteur de la force de 100 chevaux n'imprimerait point à cet appareil, une vitesse assez grande, pour diminuer sensiblement le volume hydrophore. On pourrait donc y appliquer un moteur plus puissant, et cependant calculer encore, avec une assez grande exactitude, les conditions sous lesquelles il devrait fonctionner; mais il ne faut pas perdre de vue que la diminution du volume hydrophore n'est pas ici le plus grave inconvénient de la vitesse; il est surtout dans la force vive consommée par le frottement du liquide dans le canal héliçoïdal, et dans sa chûte, à la sortie de ce canal. Or la formule du N.º 249 nous fait voir, que la perte due au frottement, croît plus rapidement que la vitesse, et même que le carré de la vitesse. Pour un moteur de puissance double, le frottement des parois absorberait plus de 16 p. 0/0 de la force motrice; d'autre part, la chûte, au déversement, serait aussi plus grande, puisque la section, par laquelle ce déversement s'opère, ne serait point élargie, tandis que le volume à évacuer, dans un temps donné, serait presque doublé. Mieux vaudrait donc augmenter le volume de l'appareil, afin d'en diminuer la vitesse ; ou, bien préférablement encore, adopter plusieurs vis, afin d'en diminuer à la fois la vitesse et le volume.

N.º 259. Nous ne pensons pas non plus que, pour un moteur de la force de 100 chevaux, il y aurait grande utilité à diminuer les dimensions de l'appareil. La chûte au déversement serait un peu plus forte, puisque le volume d'eau à déverser resterait le même, et que la section du débouché supérieur serait moins large. Le frottement dans le canal hélicoïdal augmenterait sans

doute avec la vitesse de l'appareil, et que gagnerait-on? de diminuer, aux dépens de la force motrice, les frais d'établissement de la vis. Mais cette économie ne pourrait être réelle, que si la force motrice coûtait très-peu ou que l'appareil ne dût fonctionner que de loin en loin.

N.° 260. En effet, celui que nous venons de décrire coûterait, pour la partie mobile, de 15 à 16,000 fr.; comme il ne frotte que sur ses tourillons, il s'userait peu, et, s'il fonctionnait constamment, on ne pense pas qu'il faille estimer à plus de 2,000 fr. par an, le coût de son entretien et de son loyer. La force motrice, qui lui serait appliquée, si c'était celle d'une machine à vapeur, ne coûterait pas moins de 50,000 fr. par an. Le service de l'appareil représenterait donc 4 p. 0/0 seulement de la totalité des frais.

Si le moteur était un peu plus faible, l'appareil ci-dessus décrit n'en ferait qu'un meilleur service. La proportion dans laquelle son entretien et son loyer entrent dans la dépense totale, serait, à la vérité, en raison inverse de la puissance du moteur; mais, la vitesse diminuant proportionnellement à cette puissance, la pente due aux frottements, ainsi que la chûte au déversement, augmenteraient l'effet utile, dans une proportion plus grande.

Conclusion

N.° 261. Il demeure donc établi que la vis d'Archimède, telle que nous l'avons décrite, peut s'adapter aux moteurs les plus puissants, donner encore alors un effet utile considérable et se prêter sans trouble à d'assez grandes variations dans la puissance du moteur.

Vis hollandaise.

N.° 262. A plus forte raison en serait-il ainsi de la vis hollandaise, avec les perfectionnements que nous avons indiqués au § 10. C'est une vis de ce genre qu'il faudrait adopter sans hésitation, dans le cas où elle ne devrait pas fonctionner constamment et où l'on n'aurait pas à craindre d'entraîner du gravier. Le frottement de l'eau y étant de plus de moitié moindre que dans la vis à enveloppe mobile, on pourrait augmenter la vitesse ro-

tative de l'appareil. D'autre part, on pourrait y rendre le déversement de l'eau plus facile, que dans la vis à enveloppe mobile, comme il est dit au N.° 257.

Corollaire. — Vis employée comme moteur.

N.° 263. Aux conclusions du N.° 261, on peut ajouter que la vis construite comme nous l'avons indiqué, est une excellente roue hydraulique, susceptible de s'adapter aux chûtes les plus puissantes, et de donner un effet utile, considérable.

Si la roue était sujette à être noyée par le bas, il faudrait préférer l'enveloppe fixe à l'enveloppe mobile.

---

§ 18. SOIT A CONSTRUIRE UNE VIS POUR UN MOTEUR DE LA FORCE DE 15 A 20 CHEVAUX, ET QUI SOIT DESTINÉE A ÉLEVER L'EAU A 1^m 80 DE HAUTEUR.

Vis des Moëres.

N.° 264. Ces conditions sont celles des vis employées au dessèchement des Moëres, et dont on trouve la description dans la collection lithographique de l'école royale des ponts et chaussées, planche signée par MM. les ingénieurs Cordier et Bosquillon.

Ces vis sont mues par des moulins à vent; elles ont fait, par un bon vent, le jour où M. Bosquillon les a observées, 32 révolutions 57 centièmes, par minute, et elles élevaient, à chaque révolution, à 1^m80 de hauteur, $1^{mc}133$ d'eau; leur inclinaison est de 2 de base pour 1 de hauteur; elles ont trois filets; leur pas est de 1^m87; leur noyau a 0^m25 de rayon; leur diamètre, autant que l'on en peut juger par le dessin, qui est fort petit, est de 2^m00, et elles ont 7^m00 de longueur; ce sont des vis hollandaises construites en bois; les éléments sont normaux à l'axe.

Dimensions proposées.

N.° 265. Dans ces conditions H_1, (N.° 61), étant très-petit, et la vis pouvant, sans grand inconvénient, acquérir de la longueur, nous proposerions, (101 et 122), d'adopter les dispositions suivantes:

$N = 6$, (N.° 95);
$r = 0^m25$, (N.° 140);
$P = 0^m40$, (N.os 140 et 151);
$R = 0^m75$, (N.os 17 et 126);
$\frac{\cos i}{\sin i} = 2$, (N.os 7, 29, 101 et 122);
d'où il résulte $p = 3^m14$, (N.° 11);
$L = 6^m03$, (N.° 61);
$n = 1^m92$, (N.° 19).

Volume donné à chaque révolution, 1^m 65.

On pourrait donc faire mouvoir cette vis moins vite que celle des Moëres, (N.os 56 et 258).

Cas d'une enveloppe mobile.

N.° 266. Si l'on voulait que la vis portât son enveloppe, ce qui en rendrait l'établissement plus facile, et que l'on voulût la faire en bois ainsi que le noyau, le filet étant en métal, il conviendrait de faire le noyau et l'enveloppe de douves de chêne, et de les construire en forme de fuseaux ou de tonneaux très-allongés; sans augmenter de beaucoup le poids de l'appareil, cette disposition préviendrait toute flexion dans le sens transversal. On pourrait porter, au centre de la vis, le diamètre du noyau à 1^m 20, sans sortir des limites données, au N.° 151; le diamètre correspondant de l'enveloppe serait de 1^m 90; le rayon r du noyau virtuel resterait constant. Cette vis est représentée, fig. 25.

Roue hydraulique de 15 à 20 chevaux.

N.° 267. Ce dessin montre que la vis d'Archimède peut-être employée comme roue hydraulique, sans acquérir des dimensions bien volumineuses. Il va sans dire qu'alors la partie supérieure de l'enveloppe devrait être disposée à peu près comme le représente la figure 24.

Cas d'une enveloppe fixe.

N.° 268. Si l'on voulait que l'enveloppe fût fixe, on pourrait construire le noyau et les filets en fonte. Nous pensons qu'une épaisseur de 0^m01 serait plus que suffisante pour les parois. Le noyau et les filets seraient fondus ensemble, par tronçons d'un

mètre de longueur. Chaque tronçon serait terminé à deux plans normaux à l'axe, le tronçon inférieur excepté, où l'on supprimerait, comme inutile, la partie des filets, où les génératrices n'atteignent par l'enveloppe. Les tronçons seraient reliés entre eux par des rebords ménagés à l'intérieur du noyau et boulonnés.

Les diamètres du noyau et de l'enveloppe étant uniformes, et, comme il a été dit ci-dessus, de 0^m80 pour le noyau, et de 1^m50 pour l'enveloppe, la surface totale du noyau et des filets serait, par mètre courant, de 20^m30; ce qui correspond à un poids de 1400^k environ. La partie mobile de la vis pourrait donc coûter à peu près 400 francs par mètre courant.

N.° 269. La charge d'eau sur la longueur d'un pas serait de 1650^k; le nombre des pas chargés, $\left(\frac{H_1}{p \sin i}\right)$, serait de 0,992; ce qui ferait pour la charge de la vis 1637 kilog.; tel est le poids de l'eau sujette au coulage.

Dans la vis des Moëres, la charge, sur la longueur d'un pas, est de 1133k.; le nombre des pas chargés est de 1,667; ce qui fait, pour la charge totale de cette vis, 1889^k. La perte due au coulage doit donc y être, en raison de la charge, un peu plus forte que dans l'autre; elle doit l'être aussi en raison de l'étendue des joints, les diamètres des berceaux étant dans le rapport de 2 à 1,50; cette inégalité dans les diamètres doit influer surtout sur la perte de force vive due au frottement de l'eau sur le filet, les vitesses des deux filets, à la circonférence, étant, à égalité de produits, dans le rapport de 33 à 17.

SEPTIÈME PARTIE.

RÉSUMÉ

des principaux avantages du mode de construction proposé.

N.° 270. En résumé, les principaux avantages du mode de construction proposé sont les suivants :

1.° De permettre de confectionner la vis en feuilles métalliques non malléables et de réaliser ainsi une grande économie dans les frais d'établissement de l'appareil.

2.° De donner accès à l'air dans toutes les spires, par la partie supérieure de la vis, et d'en dégager ainsi le jeu de l'influence de la pression atmosphérique.

3.° D'obtenir, à dimensions égales, c'est-à-dire, avec le même pas, la même inclinaison, le même nombre de filets et les mêmes diamètres de noyau et d'enveloppe, un volume d'eau beaucoup plus considérable que par la vis actuelle, et tel que nulle autre génération du filet ne puisse en donner un plus grand.

4.° De permettre de déterminer facilement, pour la génération du filet proposée, la disposition donnant, à chaque révolution, le produit maximum maximorum.

5.° De permettre de déterminer d'avance, à l'aide d'un calcul fort simple, le volume d'eau que donnera la vis à chaque révolution, et les conditions d'équilibre de l'appareil.

6.° De permettre, quelle que soit l'inclinaison sous laquelle doive fonctionner la vis, de la construire, donnant à chaque révolution le produit demandé, et jouissant des avantages indiqués ci-dessus.

7.° De permettre d'établir, sans tâtonnement et sans sortir des limites d'une bonne construction, une vis pour un moteur donné, quelle que soit sa puissance, fût-elle d'un homme ou de cent chevaux.

8.° Réciproquement, de permettre de construire, sans tâtonnement, des vis destinées à être employées comme roues hydrauliques, dans des limites de puissance très-étendues, et donnant un effet utile considérable , même lorsque le produit de la chûte est variable ou lorsque l'appareil est sujet à être noyé à l'aval.

9.° De permettre de construire sans tâtonnement des vis automotrices telles , qu'une chûte étant donnée, elles en profitent soit : 1.° pour élever une partie de l'eau de la chûte au-dessus du bassin supérieur; soit 2.° pour élever dans le bassin inférieur de l'eau puisée au-dessous.

Cet appareil règle de lui-même et sans aucune surveillance, sa vitesse sur l'abondance de l'eau motrice, et il est susceptible de s'appliquer utilement soit à des irrigations, soit à des dessèchements, soit à l'alimentation des canaux, etc.

NOTE 1.re

DÉVELOPPEMENT DE LA SURFACE HÉLIÇOÏDALE DU FILET.

Pour les lecteurs peu exercés aux applications du calcul infinitésimal à la géométrie, nous donnerons les explications suivantes.

On appelle surface développable toute surface qui peut se déployer sans déchirure et se rabattre sur un plan.

Une surface développable a nécessairement pour génératrice une ligne droite.

Tantôt cette ligne se meut parallèlement à elle-même, et alors la surface est cylindrique; tantôt elle pivote autour d'un point, et alors la surface est conique; tantôt enfin le point autour duquel la génératrice pivote, se meut sur cette génératrice : c'est ce qui arrive pour la surface héliçoïdale que nous considérons.

La surface plane est la seule à qui conviennent ces divers modes de génération ; elle peut être engendrée par une ligne droite glissant parallèlement à elle-même sur une autre ligne droite; ou par une ligne droite pivotant autour d'un axe, qui lui soit perpendiculaire et qui la coupe en un point; ou par une ligne droite, qui roule sur une courbe plane, en lui restant tangente. Dans ce dernier cas la génératrice n'engendre que la partie du plan, qui est hors de la courbe, et le point sur lequel elle pivote se meut avec une égale vitesse sur la génératrice et sur la courbe, qui lui sert de directrice, les éléments de ces deux lignes s'appliquant successivement les uns sur les autres.

Pour l'explication que nous avons en vue, prenons d'abord, pour la génération du plan, une droite tournant autour d'un axe, qui lui soit normal et qui la coupe en un point.

Soit O, *fig.* 11, ce point; soit S un point pris, sur la génératrice, à une distance r_0 = OS de l'axe du plan; dans la génération du plan,

le point S aura décrit une circonférence dont la longueur sera égale à $2\pi r_0$.

Fendons le plan suivant la génératrice OS et transformons-le en une surface conique, à base circulaire, en le pliant, d'une égale quantité, autour de chaque génératrice, comme charnière. Les deux bords de la fente se seront recouverts, et la circonférence de rayon OS se sera enroulée sur elle-même et aura pris la forme d'une circonférence plus petite. Soit r_1 son rayon; soit i l'angle des génératrices avec l'axe du cône : nous aurons $r_1 = r_0 \sin i$. Soit n le nombre des révolutions, qu'auront faites les deux bords de la fente, dans le mouvement; nous aurons $n\, 2\pi r_1 = 2\pi r_0$; d'où $n r_1 = r_0$; ou, comme $r_0 = \frac{r_1}{\sin i}$

$$n = \frac{1}{\sin i}.$$

Cela fait, prenons une révolution entière de la surface conique et développons-la sur un plan; elle donnera un onglet, *fig.* 12, compris entre deux génératrices OS, OS_1. n onglets semblables et juxtà-posés formeront le plan entier.

Donnons à ce plan une autre génération, en prenant, pour sa génératrice, *fig.* 13, la tangente à la circonférence de rayon OS; supprimons, à cet effet, le cercle de rayon OS; divisons le surplus en n onglets, dont chacun aura pour base un arc égal à $S\,S_1$, et pour limites deux génératrices tangentes aux extrémités de cet arc. Donnons maintenant à chaque onglet la même courbure que précédemment, en prenant chaque génératrice pour charnière. Chaque élément superficiel sera encore un élément de surface conique, dont les arêtes feront encore avec leur axe l'angle i; l'ensemble de ces éléments formera encore une révolution complète ; seulement, au lieu de concourir en un même point, qui soit le sommet d'un cône, et d'y avoir un axe commun, ils seront disposés en retraite les uns sur les autres, aboutissant chacun au point d'intersection de ses arêtes sur la courbe SS_1. Deux éléments consécutifs seront dans la même position relative que si, pris sur un cône, ils avaient glissé sur leur arête commune d'une

quantité égale à la longueur de l'élément linéaire de la courbe SS_1 aux deux extrémités duquel ils aboutissent. Leurs axes se seront donc placés respectivement et parallèlement l'un à l'autre, aux deux extrémités de cet élément, qu'ils couperont sous l'angle i ; ils formeront donc une surface cylindrique, dont ils seront les génératrices, et qui aura l'arc SS_1 pour directrice. La courbure devant être la même en tous les points de cet arc, le cylindre donnera, dans son plan normal, une section circulaire; nous en représenterons le rayon par la lettre r; l'arc SS_1 coupant les génératrices sous un angle constant i, sa forme sera devenue celle d'une hélice, et comme l'ensemble des éléments superficiels de forme conique, qui y aboutissent, composent une révolution complète, la longueur SS_1 sera celle d'une spire entière de l'hélice. Elle aura donc pour expression $\frac{2\pi r}{\sin i}$; or, nous avons vu que l'arc SS_1 était égal à $2\pi r_1$, c'est-à-dire, à $2\pi r_0 \sin i$; nous aurons donc : $\frac{2\pi r}{\sin i} = 2\pi r_0 \sin i$; d'où $r_0 = \frac{r}{\sin^2 i}$, (N.° 7).

Lorsque la génératrice d'une surface développable est indéfiniment prolongée de part et d'autre du point, sur lequel elle pivote, elle engendre deux surfaces symétriques, qui se coupent suivant la courbe, que ce point décrit. Les deux éléments, qu'engendrent simultanément les deux parties de la génératrice, ont un axe commun passant par ce point, et un plan normal commun, celui qui contient à la fois l'axe et la génératrice. Ces deux éléments sont donc tangents entre eux, et, comme ils sont engendrés par des mouvements en sens contraire, chaque point de la génératrice décrit une courbe, qui s'arrête à la ligne de contact des deux surfaces, et y rebrousse tangentiellement à ellemême. C'est pourquoi, la ligne de contact des deux surfaces engendrées par la même ligne droite, s'appelle une arête de rebroussement. Dans l'espèce qui nous occupe, l'arête de rebroussement est une hélice ; nous la désignons indistinctement par les mots hélice ou arête de rebroussement. En développant sur un plan la surface cylindrique de

rayon r, où elle est tracée, on reconnaît que son pas p est égal à $2\pi r \frac{\cos i}{\sin i}$.

Le plan ASP, *fig.* 1.re, qui contient à la fois la génératrice AS de l'élément conique de la surface héliçoïdale et son axe SA, et qui est normal à la surface héliçoïdale, est tangent à la surface cylindrique de rayon r, attendu que ces deux droites sont elles-mêmes tangentes à cette surface.

Si, par un point A, pris sur la génératrice de l'élément conique, à la distance l de son point de contact S, avec la surface cylindrique de rayon r, on mène un plan normal à cette surface, il coupera le plan tangent ASP, suivant une ligne AP, perpendiculaire à la génératrice SP et l'axe de la surface cylindrique, en un point O, tel que $OP = r$ et que le triangle OPA soit rectangle en P. On aura donc :

$$SP = l \cos i, \; AP = l \sin i \text{ et } OA = R = \sqrt{(l \sin i)^2 + r^2}.$$

Si l'on fait mouvoir le point A sur la surface héliçoïdale, de manière que sa distance l à l'arête de rebroussement, mesurée suivant la génératrice, soit constante, le point S et le point P seront toujours simultanément sur la même génératrice de la surface cylindrique, à la même distance $l \cos i$ l'un de l'autre, et par suite, le point S parcourant l'arête de rebroussement, le point P fera le même parcours, sur une hélice égale et de même axe que celle-ci. Quant au point A, comme il aura, par rapport à cet axe, la même vitesse angulaire et parallèle que le point P, il décrira encore une hélice de même axe et de même pas que l'arête de rebroussement; mais sur une surface cylindrique de rayon R, et les longueurs des arcs parcourus, dans le même temps, par le point S et le point A, formeront des parties proportionnelles d'une spire entière des deux hélices respectivement décrites, (N.° 9).

Dans le développement de la surface héliçoïdale, (*fig.* 13), un point A, pris sur une génératrice, à la distance l du point où elle touche l'arc SS_1 est à une distance $R_0 = \sqrt{l^2 + r_0{}^2}$ du centre de cet arc.

Cette distance Ro étant constante, quand la longueur l est constante, si l'on fait mouvoir, sous cette condition, le point A sur le plan, il y décrira un arc de cercle de rayon R_0, ayant pour centre le point O. Les arcs décrits par le point A et par le point de contact de la génératrice qui le porte, avec la circonférence de rayon r_0, seront proportionnels aux rayons R_0 et r_0, et par suite, à la n.e partie de leurs circonférences. Il résulte, de ce qui précède, 1.° que des arcs de cercle décrits sur la surface développée, du point O, comme centre, avec un rayon quelconque $R_0 = \sqrt{l^2 + r_0^2} = \sqrt{l^2 + \frac{r^2}{\sin^4 i}}$, répondront à des arcs d'hélice, de même axe et de même pas que l'arête de rebroussement, et d'un rayon $R = \sqrt{l^2 \sin^2 i + r^2}$, et 2.° que chaque spire de l'hélice correspondra à la n.e partie de la circonférence du cercle de rayon R_0, n étant égal à $\frac{1}{\sin i}$, et chaque fraction de spire à une fraction égale de cet arc.

Ce qui précède peut remplacer les N.os 1 et suivants du mémoire, jusqu'au N.° 11 inclusivement, et faciliter la lecture du reste de la première partie, ainsi que du commencement de la seconde, jusqu'au calcul du volume hydrophore, dont il est question ci-après, à la note 3.e

---

NOTE 2.e

SUR LA MESURE DE LA SURFACE DU FILET.

Nous avons donné, au N.° 22, le calcul de la superficie du filet, en le supposant compris entre deux surfaces cylindriques de rayons R et r, et limité, tant à la partie supérieure qu'à la partie inférieure de la vis, soit par deux génératrices, soit par deux développantes de cercle.

Mais, lorsqu'on substitue, comme nous l'avons dit au N.° 14, une développante de cercle à la génératrice, à la partie supérieure du filet, et que la portion, que l'on en détache ainsi, n'est point reportée à la partie inférieure, qui reste limitée à une génératrice, on diminue la surface donnée, au N.° 22, d'une quantité qu'il faut calculer.

Observons que, dans la surface héliçoïdale développée, cette quantité est comprise entre trois lignes, dont l'une est la génératrice extrême de longueur l, tangente, à une de ses extrémités, à la circonférence du rayon r_0, sur laquelle se rabat l'arête de rebroussement, la seconde est cette circonférence prise, à partir du point de contact, sur la même longueur l, et la troisième, la développante de cette circonférence, depuis son origine, jusqu'à sa rencontre avec la génératrice extrême. Or, la formule, qui donne la superficie d'une figure de cette forme, est, en appelant ρ le rayon de la circonférence de cercle et s son arc compté à partir de l'origine de la développante,

$$\frac{s^3}{6\rho};$$

la quantité cherchée aura donc pour expression :

$$\frac{l^3}{6\,r_0}:$$

pour en donner la valeur en fonction de R_0 et r_0, il suffit d'observer que l'on a, N.° 10,

$$l = \sqrt{R_0^{\,2} - r_0^{\,2}};$$

l'expression ci-dessus peut donc s'écrire :

$$\frac{(R_0^{\,2} - r_0^{\,2})^{\frac{3}{2}}}{6\,r_0}.$$

si l'on veut cette valeur en fonction de r et de R, il faut observer que l'on a, (N.os 7 et 9.)

$$r_0 = \frac{r}{\sin^2 i};\ l = \frac{\sqrt{R^2 - r^2}}{\sin i}.$$

substitution faite dans la formule $\frac{l^3}{6\,r_0}$, elle devient :

$$\frac{(R^2 - r^2)^{\frac{3}{2}}}{6\,r \sin i}, \text{ (N.° 25)}.$$

l'expression de la surface d'un filet compris entre les surfaces cylindriques de rayons r et R, dont la trace fait sur l'enveloppe n révolutions et qui est limité, à la partie inférieure par une génératrice rectiligne, et à la partie supérieure par son intersection avec un plan normal à l'axe de la vis, est donc :

$$n \sin i \, \pi \, l^2 - \frac{l^3}{6\, r_0},$$

$$\text{ou, } n \sin i \, \pi \left(R_0^2 - r_0^2\right) - \frac{\left(R_0^2 - r_0^2\right)^{\frac{3}{2}}}{6\, r_0},$$

$$\text{ou, } n\, \pi \frac{R^2 - r^2}{\sin i} - \frac{\left(R^2 - r^2\right)^{\frac{3}{2}}}{6\, r \sin i}.$$

Lorsqu'au noyau virtuel de rayon r, on substitue, dans l'exécution, un noyau plus grand, de rayon r, sans changer la forme de la surface héliçoïdale, la formule N.° 22, donne pour l'étendue superficielle du filet, en le supposant limité par une génératrice à chaque extrémité,

$$n \frac{\pi \left(R^2 - \mathrm{r}^2\right)}{\sin i}.$$

Si alors on en supprime, comme ci-dessus, toute la partie que détache, dans le haut de la vis, le plan normal auquel se termine l'enveloppe, la mesure de la surface supprimée n'est plus :

$$\frac{l^3}{6\, r_0},$$

Mais bien cette quantité diminuée de la partie du filet, qui serait comprise, à partir du plan normal, entre les surfaces cylindriques de rayons r et r et la génératrice extrême.

Cette partie, pour en trouver commodément la mesure, divisons la en deux, par la génératrice, qui perce le plan normal à l'axe de la vis, sur la trace de la surface cylindrique de rayon r. l_1 étant la longueur de la portion de cette génératrice interceptée entre les surfaces cylin-

driques de rayons P et r, La portion de la surface du filet, qui est comprise entre cette génératrice, le plan normal à l'axe et le noyau virtuel de rayon r, a pour mesure :

$$\frac{l_1^{\,3}}{6\,r_0}, \text{ ou } \frac{(P_0^2 - r_0^2)^{\frac{3}{2}}}{6\,r_0}, \text{ ou } \frac{(P^2 - r^2)^{\frac{3}{2}}}{6\,r \sin i}.$$

L'autre portion se rabat, dans le développement de la surface héliçoïdale, en forme de trapèze mixtiligne, dont l'un des côtés est un arc de longueur $l - l_1$, pris sur la circonférence de rayon r_0, sur laquelle se rabat l'arête de rebroussement, les deux côtés contigus deux tangentes aux extrémités de cet arc, dirigées dans le même sens et prises, sur la longueur l_1, à partir de leurs points de contact, et le quatrième un arc de rayon P_0, concentrique au premier, et limité aux mêmes tangentes ; sa longueur est en conséquence $\frac{P_0}{r_0}\,(l - l_1)$.

La superficie du trapèze ci-dessus décrit, a pour mesure :

$$\frac{l - l_1 + \frac{P_0}{r_0}(l - l_1)}{2}\,(P_0 - r_0),$$

ou,

$$\frac{l - l_1}{2\,r_0}\,(P_0 + r_0)\,(P_0 - r_0).$$

ou,

$$(l - l_1)\,\frac{P_0^2 - r_0^2}{2\,r_0},$$

ou,

$$(l - l_1)\,\frac{l_1^2}{2\,r_0},$$

ou,

$$\left(\sqrt{R_0^2 - r_0^2} - \sqrt{P_0^2 - r_0^2}\right)\frac{P_0^2 - r_0^2}{2\,r_0},$$

ou,

$$\left(\sqrt{R^2 - r^2} - \sqrt{P^2 - r^2}\right)\frac{(P^2 - r^2)}{2\,r \sin i}.$$

La surface du filet compris entre les surfaces cylindriques de rayons R et r et limité par une génératrice, à la partie inférieure, et par son intersection avec un plan normal à l'axe de la vis, à la partie supérieure, n étant le nombre des révolutions de sa trace sur l'enveloppe de la vis, a donc pour mesure :

$$n \sin i\, \pi (l^2 - l_1^2) - \frac{l^3 - l_1^3}{6 r_0} + (l - l_1)\, \frac{l_1^2}{2 r_0};$$

ce qui pourrait encore s'écrire :

$$(l - l_1)\left(n \sin i\, \pi (l + l_1) - \frac{(l - l_1)(l + 2 l_1)}{6 r_0}\right)$$

exprimée en fonction de n, i, R_0, P_0 et r_0, cette mesure est :

$$n \sin i\, \pi (R_0^2 - P_0^2) - \frac{(R_0^2 - r_0^2)^{\frac{3}{2}} - (P_0^2 - r_0^2)^{\frac{3}{2}}}{6 r_0}$$
$$+ \left(\sqrt{R_0^2 - r_0^2} - \sqrt{P_0^2 - r_0^2}\right) \frac{P_0^2 - r_0^2}{2 r_0}.$$

Enfin, en substituant à R_0, P_0 et r_0, leurs valeurs en fonction de R, P, r et i, on a :

$$n\, \pi\, \frac{R^2 - P^2}{\sin i} - \frac{(R^2 - r^2)^{\frac{3}{2}} - (P^2 - r^2)^{\frac{3}{2}}}{6\, r \sin i}$$
$$+ \left(\sqrt{R^2 - r^2} - \sqrt{P^2 - r^2}\right) \frac{P^2 - r^2}{2\, r \sin i}.$$

quoique ces calculs soient en apparence très-compliqués, ils se réduiront beaucoup si l'on veut faire usage de la *fig.* 2.e, qui donne directement les valeurs de l, l_1, $\sqrt{R^2 - r^2}$, $\sqrt{P^2, - r^2}$ et où l'on construira aisément $r \sin i$.

Les formules qui précèdent, ainsi que celle du N.° 22, exprimées en fonction des rayons des surfaces cylindriques, pourraient s'obtenir, sans avoir recours au développement de la surface héliçoïdale, en observant que les génératrices rectilignes de cette surface, et par suite ses éléments coniques, faisant avec un plan normal à l'axe de la vis un angle constant $\frac{\pi}{2} - i$, une portion quelconque de la surface héliçoïdale est égale à sa projection sur ce plan divisée par sin i.

NOTE 3.e

VOLUME HYDROPHORE MAXIMUM.

Dans les N.os 28 et 30, on n'examine point le cas, fort ordinaire, où les espaces hydrophores se pénètrent, c'est-à-dire, où la face inférieure du filet d'une spire pénètre dans l'espace hydrophore de la spire, qui est immédiatement au-dessous. Mais on l'a fait ainsi pour éviter un surcroît de complication. Il sera facile, avec un peu de réflexion, de reconnaître que la démonstration s'applique à tous les cas.

Au surplus, on peut la rendre frappante ; il suffit pour cela de développer sur un plan, la surface cylindrique sécante.

Cette opération ne change point la superficie de l'élément hydrophore, bien qu'elle modifie entièrement la forme des courbes qui le terminent.

L'hélice devient une droite, et l'ellipse une sinusoïde.

L'inclinaison de la droite sur les éléments de la surface cylindrique dépend du pas de la vis, elle est constante quand le pas est constant.

La forme de la sinusoïde dépend de l'inclinaison de la vis, et elle est invariable quand cette inclinaison est constante.

Donc, si l'on modifie la génération de la vis, en conservant son pas et son inclinaison, on ne fait que transporter parallèlement à elles-mêmes, sur la surface cylindrique développée, chacune des deux lignes qui limitent l'élément hydrophore.

Mais dans aucune position, ces deux lignes ne donnent un élément plus grand que quand elles se touchent. Voyez *fig.* 3.

De même, lorsqu'il y a pénétration des espaces hydrophores, la zône comprise entre les deux droites parallèles, que donnent sur la surface cylindrique développée, les filets de la vis, est coupée par la sinusoïde, que donne le niveau de l'eau, de manière à fournir un élément maximum, quand la sinusoïde touche l'une des droites. Voyez *fig.* 4.

NOTE 4.e

DU CALCUL DU VOLUME HYDROPHORE.

Nous allons essayer de remplacer, par des notions élémentaires, ceux des articles de la 2.e partie, où nous avons encore fait usage du calcul infinitésimal, pour trouver le volume hydrophore de la vis, sur la longueur d'un pas.

On a vu que nous divisons ce volume en éléments, par des surfaces cylindriques concentriques à la vis et que la section, qui sert de base à chaque élément. est limitée, d'une part, par l'ellipse d'intersection de la surface cylindrique avec le plan du niveau de l'eau, et, d'autre part, par l'hélice d'intersection de la même surface cylindrique avec la surface héliçoïdale du filet.

Divisons maintenant chaque section en éléments, par les génératrices de la surface cylindrique, où elle se trouve. L'étendue superficielle de la section dépendra de la longueur des parties des génératrices, qui seront comprises entre l'hélice et l'ellipse, et deux sections, prises sur la même surface cylindrique, seront proportionnelles, quand elles intercepteront, sur les mêmes génératrices, des parties proportionnelles.

Cela posé, observons que, si, dans une vis d'Archimède, on mène un plan perpendiculaire à son axe, les génératrices horizontales de la surface du filet s'y projetteront suivant la même ligne, quelle que soit l'inclinaison de la vis ; cette ligne sera la trace de l'un des deux

plans verticaux tangents à la surface du noyau de rayon r. Les sections cylindriques faites dans l'espace hydrophore, s'y projetteront aussi, quelle que soit l'inclinaison i de la vis, suivant les mêmes lignes ; ce seront les traces des cylindres sécants. Ces sections auront de plus, quelle que soit l'inclinaison i de la vis, leur origine sur la même génératrice des surfaces cylindriques auxquelles elles appartiendront ; ce sera la génératrice, qui coupera le plan normal à l'axe de la vis, au point, où la trace de la surface cylindrique rencontrera celle du plan tangent au cylindre de rayon r, du côté des génératrices horizontales du filet.

Prenons l'une de ces sections, celle dont la surface cylindrique a pour rayon ρ. Faisons passer le plan normal à l'axe de la vis, par le point où la génératrice horizontale du filet coupe cette surface cylindrique. Ce plan coupe celui du niveau de l'eau, suivant une ligne perpendiculaire à la fois à la verticale et à l'axe de la vis, et par suite, au plan vertical passant par cet axe. Les traces des deux premiers plans sur celui-ci mesurent donc l'angle de ces plans ; cet angle est le complément de l'inclinaison i de l'axe de la vis à l'horizon.

Cela considéré, prenons, sur la surface cylindrique de rayon ρ, une génératrice quelconque, pénétrant dans le volume hydrophore. Elle coupe le plan normal à l'axe de la vis, sur la trace de la surface cylindrique, à une certaine distance S_x de celle du plan tangent, cette distance étant mesurée suivant la trace de la surface cylindrique. Or, quelle que soit l'inclinaison i de la vis, cette distance sera constante si r et ρ sont constants, et sa projection, sur le plan vertical passant par l'axe, sera aussi constante. La partie de cette génératrice, qui est comprise entre le plan normal à l'axe de la vis et celui du niveau de l'eau, sera égale à cette projection multipliée par $\frac{\cos i}{\sin i}$.

La partie de la même génératrice, qui sera comprise entre le plan normal à l'axe de la vis et la surface héliçoïdale du filet, sera égale à l'arc S_x multiplié par $\frac{r}{\rho} \, \frac{\cos i}{\sin i}$, (N.° 12).

Donc, la partie comprise entre la surface héliçoïdale du filet et le plan du niveau de l'eau sera proportionnelle à $\frac{\cos i}{\sin i}$, quel que soit l'angle i, pourvu que r et ρ restent constants.

Les sections faites dans le volume hydrophore, et ce volume lui-même, seront donc proportionnels à $\frac{\cos i}{\sin i}$, quand on fera varier l'inclinaison i de la vis, sans changer le rayon r du noyau, ni celui R de l'enveloppe, et que la vis sera dans sa position normale, c'est-à-dire, que les génératrices de la surface héliçoïdale du filet seront horizontales, dans l'un des deux plans verticaux, tangents à la surface cylindrique de rayon r.

Pour utiliser ce principe, il suffit d'observer que les volumes de deux solides semblables sont comme les cubes des côtés homologues, et que les volumes hydrophores, sur la longueur d'un pas, de toutes les vis de même inclinaison, dans les conditions des N.os 13 et 29, sont semblables, quand elles ont un même nombre de filets et que les rayons du noyau et de l'enveloppe sont proportionnels. Ayant donc calculé, pour une inclinaison de 45°, où $\frac{\cos i}{\sin i} = 1$, et pour diverses valeurs de $\frac{R}{r}$, ainsi que divers nombres de filets, le volume hydrophore d'une vis, sur la longueur d'un pas, et en ayant formé le tableau inséré dans ce mémoire, sous le N.° 1, il devient facile d'en déduire le volume d'une vis quelconque, fonctionnant dans les conditions des N.os 13 et 29.

NOTE 5.e

LIEU DES POINTS LE PLUS HAUT ET LE PLUS BAS DE L'HÉLICE.

On peut démontrer de plusieurs manières la proposition du N.° 49, que toutes les hélices concentriques à la vis établie dans les conditions des N.os 13 et 29, et de même pas qu'elle, ont leur point le plus

haut et leur point le plus bas dans le plan vertical tangent au noyau virtuel de rayon r.

Nous avons préféré la démonstration donnée dans le corps du mémoire à toute autre, parce qu'elle rentre dans les considérations relatives à la génération de la surface héliçoïdale et qu'elle fait image.

En voici une autre que l'on pourra suivre, nous l'espérons, sur une simple description et sans figure.

Par un point A_1 pris sur l'axe de la vis, et, dans le plan vertical passant par cet axe, menons une droite horizontale, elle fera avec l'axe de la vis l'angle i.

Prenons sur cette droite un point B, à une distance $\overline{A_1 B}$ du point A_1 tel que $\overline{A_1 B} \sin i$ soit égal au rayon r du noyau virtuel ; par ce point B, menons un plan perpendiculaire, à l'axe de la vis; il coupera cet axe en un point O, à une distance du point A_1 exprimée par $\overline{A_1 O} = \overline{A_1 B}$ $\cos i$, et, comme $\overline{A_1 B} = \dfrac{r}{\sin i}$, nous aurons $\overline{A_1 O} = r \dfrac{\cos i}{\sin i}$

Prenant A_1 pour le sommet d'un cône droit à base circulaire, ayant pour axe celui de la vis et pour base la circonférence de rayon $\overline{BO} = r$, qui passe par le point B, chacune des génératrices de ce cône sera parallèle à une des tangentes de l'hélice de rebroussement, et réciproquement chacune des tangentes de l'hélice de rebroussement sera parallèle à une génératrice du cône. En effet, ces deux systèmes de lignes font avec l'axe de la vis, dans toutes les directions, le même angle i.

Prenons une hélice quelconque de même pas que la vis et concentrique avec elle. La surface cylindrique où elle est tracée, coupe le plan mené normalement à l'axe, par le point B, suivant une circonférence de cercle d'un certain rayon ρ : prenons-la pour base d'une surface conique dont le sommet soit encore en A_1, chacune des génératrices de cette surface conique sera encore parallèle à une tangente à l'hélice de rayon ρ, et réciproquement chacune des tangentes de cette hélice sera parallèle à une génératrice du cône. Car ces deux systèmes de

lignes feront encore, avec l'axe de la vis, dans toutes les directions, le même angle α.

Quel est cet angle α? Pour le cône il est tel que :

$$A_1 O = r \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha};$$

or

$$\overline{A_1 O} = r \frac{\cos i}{\sin i};$$

donc :

$$\frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = r \frac{\cos i}{\sin i}.$$

Pour l'hélice, il est tel que le pas soit égal à $2 \pi r \frac{\cos i}{\sin i}$, or, si nous développons la surface cylindrique de rayon ρ, α étant l'angle sous lequel l'hélice coupe les génératrices, nous trouvons pour la longueur du pas $2 \pi \rho \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$. Donc :

$$2 \pi r \frac{\cos i}{\sin i} = 2 \pi \rho \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha},$$

ou

$$r \frac{\cos i}{\sin i} = \rho \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha};$$

d'où l'on tire la même valeur pour α que précédemment.

De là il suit que, si l'on mène par l'axe de la vis un plan quelconque et que l'on mène deux autres plans parallèles et tangents à la surface cylindrique de rayon ρ, que dans ces deux derniers plans, on prenne les tangentes à l'hélice, elles seront respectivement parallèles aux deux génératrices suivant lesquelles le premier plan aura coupé la surface conique.

Or, ces trois plans couperont le plan normal à l'axe, suivant trois droites parallèles, dont deux tangentes à la circonférence de rayon ρ, aux deux extrémités d'un diamètre, et la troisième suivant un diamètre normal à celui-ci. Celles des génératrices de la surface cylindrique de rayon ρ, où sont les points de contact des tangentes à l'hélice,

coupent donc la circonférence de rayon ρ à 90° des points où passent celles des génératrices de la surface conique, qui sont parallèles à ces tangentes, et, selon le sens dans lequel rampe l'hélice, il faut faire pivoter, de 90°, dans l'un ou l'autre sens, les génératrices de la surface conique, pour leur faire couper les génératrices correspondantes sur la surface cylindrique.

Faisant varier le rayon ρ, la démonstration donnée ci-dessus sera applicable tant que l'on n'aura pas $\rho < r$.

Or, si l'on mène, à la surface conique, dont les génératrices font l'angle i avec l'axe de la vis, un plan tangent horizontal, il coupera toutes les surfaces coniques, de rayons ρ, suivant des génératrices horizontales, et les traces de ces génératrices, sur le plan mené normalement à l'axe de la vis par le point B, seront toutes sur la trace du plan horizontal, c'est-à-dire sur une droite horizontale, tangente à la circonférence décrite dans ce plan, du point O, comme centre, avec un rayon $\overline{OB} = r$.

Faisant faire à cette droite, dans le plan normal à l'axe de la vis, dans le sens convenable et sans changer sa distance à cet axe, un quart de révolution, le point B sera venu se placer en B_1, sur la circonférence de rayon r, à 90° de sa première position, et la tangente à cette circonférence, qui était horizontale en B, étant en B_1, normale au rayon OB_1, qui est horizontal et perpendiculaire à l'axe de la vis, elle sera dans un plan vertical parallèle à cet axe, à la distance r, c'est-à-dire dans le plan vertical tangent au noyau virtuel.

Cette tangente en B_1 coupera toutes les génératrices des surfaces cylindriques de rayons ρ, suivant lesquelles les tangentes aux hélices, de même pas que la vis, sont horizontales, et, comme ces génératrices sont parallèles à l'axe, elles seront toutes dans le plan vertical tangent au noyau virtuel de rayon r, puisqu'elles y auront un de leurs points, et que ce plan est lui-même parallèle à l'axe de la vis.

NOTE 6.e

Objet de la note.

Les considérations des N.os 150, 182 et 183, peuvent faire désirer d'avoir les équations des courbes d'intersection de l'héliçoïde, soit avec le plan tangent au noyau, suivant les génératrices horizontales du filet, soit avec un plan horizontal, et notamment par celui qui comprend les génératrices horizontales du filet, soit avec un plan passant par l'axe; pour les obtenir:

Equation de la surface héliçoïdale du filet.

Reprenons l'équation (K') du N.o 77.

Elle est:

$$z \pm m\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} =$$

$$= \frac{\cos i}{\sin i} \left\{ r\frac{s}{\rho} - r \arcsin \frac{r}{\rho} - \sqrt{\rho^2 - r^2} + r\frac{\pi}{2} \right\}, \text{(K')}$$

en y prenant pour variables z et s, elle est l'équation de l'hélice d'intersection de la surface héliçoidale du filet avec la surface cylindrique dont le rayon est ρ.

Il suffit d'y faire varier ρ pour que cette équation soit celle de la surface héliçoïdale du filet.

En se reportant à l'origine des termes dont elle se compose, on reconnaît qu'elle ne s'applique au filet qu'autant que:

1.o On admette, dans le premier terme, $r\frac{s}{\rho}$ du second nombre, pour s et ρ toutes les valeurs possibles;

2.o On n'admette, dans le second terme du second membre, pour $r \arcsin \frac{r}{\rho}$ que le plus petit arc dont le sinus soit $\frac{r}{\rho}$

3.o que la valeur $\sqrt{\rho^2 - r^2}$ soit considérée comme une valeur absolue et toujours prise dans l'équation avec le signe $-$.

Cela posé, pour passer de l'équation (K') à celle de la surface héliçoïdale du filet, rapportée à des coordonnées rectilignes et orthogonales, nous continuerons à prendre pour axe des z celui de la vis, en comptant les z positivement de bas en haut.

Nous prendrons pour plan des $x\,y$ le plan (B), (N.° 59), pour axe des abscisses, l'intersection de ce plan avec le plan (A). (N.° 59).

Nous compterons les abscisses x positivement du côté des génératrices horizontales de la surface héliçoïdale.

Les y seront prises avec le signe $+$ du côté des mêmes génératrices horizontales.

Nous aurons :

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$$

valeur absolue.

$$s = \rho \text{ arc cos } \frac{x}{\rho} = \sqrt{x^2 + y^2} \text{ arc cos } \frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}},$$

ou

$$s = r \text{ arc sin } \frac{y}{\rho} = \sqrt{x^2 + y^2} \text{ arc sin } \frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}}$$

substitution faite de ces valeurs dans l'équation (K'), elle devient :

$$z \pm m\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i} \left\{ r \text{ arc sin } \frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}} - r \text{ arc sin } \frac{r}{\sqrt{x^2+y^2}} - \sqrt{x^2 + y^2 - r^2} + r\frac{\pi}{2} \right\}, \quad (K'_1);$$

Courbe d'intersection de la surface héliçoïdale du filet et du plan vertical tangent au noyau virtuel suivant les génératrices horizontales de la surface du filet.

Le plan tangent au noyau, suivant les génératrices horizontales, est parallèle au plan des $x\,z$, et en est, du côté des y positives à la distance r ; son équation est donc :

$$y = r.$$

Mettant cette valeur de y dans l'équation (K'_1), on aura celle de la ligne d'intersection du plan tangent et de la surface héliçoïdale, savoir :

$$z \pm m\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i} \left\{ r \text{ arc sin } \frac{r}{\sqrt{x^2+r^2}} - r \text{ arc sin } \frac{r}{\sqrt{x^2+r^2}} - \sqrt{x^2} + r\frac{\pi}{2} \right\} : (\alpha).$$

devient :

$$z \pm m\, 2\, \pi\, r\, \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i} \left(\frac{1}{2}\, \pi\, r - x \right).$$

C'est la même que (α_1), pour les valeurs positives de x.

Donc, la courbe d'intersection de l'héliçoïde et du plan vertical tangent au noyau, du côté des x négatifs, est tangente à la génératrice horizontale du filet.

Si l'on fait, dans l'équation (γ), $x_1 = \infty$, elle devient
$$z - z_1 = \frac{\cos i}{\sin i}\, (x - x_1).$$

L'asymptote à la courbe fait donc, avec l'axe des z, le même angle que la génératrice horizontale du filet, mais en sens inverse :

De l'équation (α_2) on tire pour $z = z_2$; $x = x_2 = \infty$.

$$z_2 \pm m\, 2\, \pi\, r\, \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i} \left(\frac{3}{2}\, \pi\, r - \sqrt{\infty^2} \right)$$

l'équation (γ) devient donc pour $x_2 = \infty$:

$$z \pm m\, 2\, \pi\, r\, \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i} \left(x + \frac{3}{2}\, \pi\, r \right); \ (\delta).$$

C'est l'équation de la génératrice d'intersection de la surface héliçoïdale du filet avec le plan tangent au noyau du côté des y négatives; en effet, si dans l'équation (K'_1) nous faisons $y = -r$, nous aurons :

$$z \pm m\, 2\pi r\, \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i} \left\{ -2\, r \arcsin \frac{r}{\sqrt{x^2 + r^2}} - \sqrt{x^2 + r}\, \frac{\pi}{2} \right\}.$$

$$z \pm m\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i} \left\{ r \text{ arc sin } \frac{-r}{\sqrt{x^2 + r^2}} \right.$$

$$\left. - r \text{ arc sin } \frac{r}{\sqrt{x^2 + r^2}} - \sqrt{x^2} + r \frac{\pi}{2} \right\}, \ (\varepsilon);$$

or, pour les valeurs négatives de y et de x, l'héliçoïde, que nous considérons, exige que l'on prenne r arc sin $\frac{-r}{\sqrt{x^2 + y^2}} =$ r arc sin $\frac{r}{\sqrt{x^2 + r^2}} + \pi r$, le premier terme du second membre de cette équation étant la plus petite valeur de r arc sin $\frac{r}{\sqrt{x^2 + r^2}}$.

L'équation (ε) devient donc, pour y et x négatifs :

$$z \pm m\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i} \left(\frac{3}{2} \pi r - \sqrt{x^2} \right);$$

équation qui coïncide avec l'équation (δ), en observant que dans celle-ci, x doit être pris négativement.

Courbe d'intersection de la surface héliçoïdale du filet et d'un plan horizontal.

Reprenons l'équation (K'_1) de l'héliçoïde ; celle d'un plan horizontal étant :

$$z = -\frac{\cos i}{\sin i} (x + A)$$

Si on la fait coexister avec l'équation (K'_1), en éliminant z, on aura $\frac{\cos i}{\sin i}$ en facteur commun à tous les termes, et l'on pourra le supprimer.

L'équation ainsi obtenue sera la projection, sur un plan normal à l'axe de la vis, de la courbe d'intersection de la surface héliçoïdale, et d'un plan horizontal. Elle est indépendante de l'inclinaison i de la vis, et comme il en est de même de la projection de la trace de

l'enveloppe sur le filet, il s'en suit que cette propriété s'applique à la superficie du filet comprise entre ces deux lignes, et par suite, en prenant, pour plan horizontal, le niveau de l'eau dans le volume hydrophore, à la partie mouillée du filet; or, les éléments de la surface du filet font, avec un plan normal à l'axe de la vis, un angle constant $\frac{\pi}{2} - i$, et l'on peut obtenir la superficie de la partie mouillée, en divisant celle de sa projection par sin i.

Pour avoir la projection de la trace du niveau de l'eau sur le filet, reprenons l'équation (α_1) ci-dessus, ci :

$$z \pm m\, 4\, \pi\, r\, \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i} \left\{ -\sqrt{x^2} + r\, \frac{\pi}{2} \right\}$$

elle donne la génératrice horizontale, et pour que cette équation, soit celle du plan horizontal qui la contient, il suffit d'y substituer $-x$ à $-\sqrt{x^2}$, et de faire :

$$z \pm m\, 2\, \pi\, r\, \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i} \left(r\, \frac{\pi}{2} - x \right); \ (\alpha').$$

Substituant à z cette valeur dans l'équation (K'_1) de la surface héliçoïdale, nous aurons, pour la projection, sur le plan des $x\, y$, de la ligne d'intersection de la surface héliçoïdale et du plan (α') :

$$r \text{ arc sin } \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} - r \text{ arc sin } \frac{r}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$
$$- \sqrt{x^2 + y^2 - r^2} + x = 0.$$

Pour $y = + r$, les deux premiers termes du premier membre s'entre-détruisent, et il reste :

$$- \sqrt{x^2} + x = 0.$$

Ce qui est vrai pour toutes les valeurs positives de x et cesse de l'être pour les valeurs négatives.

La ligne d'intersection n'est autre chose, du côté des y et des x positifs, que la génératrice horizontale.

Courbe d'intersection de la surface héliçoïdale du filet et d'un plan passant par l'axe de la vis.

Enfin, pour avoir la courbe d'intersection de la surface héliçoïdale, dont l'équation est (K'_1), par un plan passant par l'axe, il suffira de faire $y = o$ dans cette équation; mais, en se reportant à son origine, on reconnaît que, pour le premier terme du second membre, il faut prendre arc sin $\frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} =$ arc sin $o = o$, si l'on entend prendre x positivement, et arc sin $\frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}$ $=$ arc sin $o = \pi$, si l'on veut prendre x négativement.

De là, pour l'équation de la courbe :

$$z \pm m\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i} \left\{ - r \arcsin \frac{r}{\sqrt{x^2}} - \sqrt{x^2 - r^2} + \frac{r\pi}{2} \right\}$$

$$z \pm m\, 2\pi r \frac{\cos i}{\sin i} = \frac{\cos i}{\sin i} \left\{ - r \arcsin \frac{r}{\sqrt{x^2}} - \sqrt{x^2 - r^2} + \frac{3 r\pi}{2} \right\}.$$

Dans ces équations, le premier des deux radicaux est pris comme valeur absolue, le second est nécessairement précédé du signe —

La courbe ne présentera donc, de chaque côté de l'axe, qu'une branche pour chaque spire, et comme $\sqrt{x^2 - r^2}$ devient imaginaire pour $x^2 < r^2$, il s'en suit que la courbe s'arrête brusquement à la rencontre du noyau.

Différenciant la première de ces équations, on en tire :

$$\frac{dz}{dx} = \frac{\cos i}{\sin i} \frac{1}{\sqrt{x^2 - r^2}} \left\{ \frac{r^2}{x} - \frac{x}{x^2 - r^2} \right\}$$

valeur qui devient nulle pour $x = r$; la courbe est donc normale au noyau.

NOTE 7.e

DE LA THÉORIE DE LA VIS ORDINAIRE.

Si l'on veut déduire, de ce mémoire, les règles à suivre, dans la construction et l'emploi de la vis ordinaire, il suffira d'observer que, cette vis n'ayant pas, comme celle que nous proposons, d'inclinaison normale, les conclusions exposées au N.o 193 lui sont applicables.

Elles permettent donc d'obtenir soit le bras de levier r' de la charge d'une vis ordinaire, dont on connaît le pas p et l'inclinaison i' à l'horizon, et plus généralement, l'une quelconque des trois quantités p, r', i', en fonction des deux autres; soit l'inclinaison maximum i' sous laquelle une vis, dont le pas p et le rayon R de l'enveloppe sont donnés, cesse d'élever de l'eau; soit l'inclinaison minimum i' sous laquelle peut fonctionner une vis, dont le pas p, l'intervalle $\frac{p}{N}$ des filets et le rayon r du noyau sont donnés, pour que la pression atmosphérique n'en trouble pas le jeu; soit enfin, dans cette dernière condition, une quelconque des valeurs r', r et N en fonction des deux autres. Quant à la profondeur à laquelle il convient qu'une vis ordinaire plonge dans le bassin inférieur, il est facile de la déduire de cette observation, que, dans la vis ordinaire, le niveau de l'eau est déterminé, dans chaque spire, par le point culminant de la trace du filet sur le noyau. Celle des génératrices de la surface du noyau, qui passe par la série de ces points culminants, coupe donc le plan normal à l'axe, auquel se termine le filet, au point où doit se trouver le niveau de l'eau du bassin inférieur.

La recherche de ce résultat a fait l'objet d'une série d'expériences d'Eytelwein; les autres ne paraissent pas avoir été nettement indiqués par les auteurs qui ont traité jusqu'ici de la vis ordinaire : ils pourront guider le constructeur dans le choix des dispositions principales, la plus importante exceptée, la détermination du diamètre de la vis, en fonction de son volume hydrophore.

NOTE 8.e

SUR LES MOYENS DE DIMINUER LA CHUTE AU SOMMET DE LA VIS.

Le déversement occasionne une si grande perte d'effet utile, dans les vis destinées à élever l'eau à une petite hauteur, que tout ce qui tend à en diminuer la chûte est digne d'attention ; c'est pourquoi nous avons indiqué la disposition de la figure 24. Qu'il nous soit permis, dans une note, d'ajouter un mot sur cette disposition.

Si l'on mène, sur l'enveloppe fixe, au-dessous de l'échancrure pratiquée dans le haut, une hélice de même pas et de même sens que cette échancrure, et qui en soit à une distance égale à l'intervalle de deux filets consécutifs, son point le plus haut sera tangent au niveau du bassin supérieur.

Tandis que le filet s'élèvera, en tournant, et passera de cette hélice à l'échancrure, la pression, qui s'exercera sur la paroi de l'enveloppe fixe, variera ; elle s'exercera du dehors au dedans sous le filet, et du dedans au-dehors au-dessus. Si donc cette paroi était munie de soupapes s'ouvrant du dedans et au-dehors, il en résulterait une facilité nouvelle pour la décharge de la vis.

Ceci soit dit à titre de mention seulement, car la disposition de la fig. 24 est déjà fort compliquée, pour un appareil dont la simplicité fait le principal mérite, et peut-être même ne convient-elle bien que dans les roues motrices.

NOTE 9.e

INDICATION DES SIGNES DONT ON A FAIT LE PLUS FRÉQUEMMENT USAGE DANS LE TEXTE.

a Épaisseur du filet mesurée parallèlement à l'axe de la vis, N.o 46.

A Point pris sur une hélice tracée sur le filet, N.os 9, 10, 45, 116, 142, note 1.re

(A) Plan vertical, passant par l'axe de la vis, N.° 65.

(B) Plan normal à l'axe de la vis, N.° 65.

(C) Plan passant par l'axe de la vis et normal au plan (A), N.° 71.

c Constante à déterminer, N.° 72, etc.

c Longueur d'un cylindre creux, N.° 103.

d Diamètre extérieur d'un cylindre creux, N.° 103.

d' Diamètre intérieur d'un cylindre creux, N.° 103.

D Distance des points d'intersection de deux filets consécutifs, sur la base du noyau de rayon r, N.° 82.

$D_{\prime} = D \frac{\cos i}{\sin i}$ Écartement des filets, mesuré parallèlement à l'axe de la vis, N.° 143.

e Épaisseur d'un cylindre creux, N.° 104.

e Épaisseur des parois d'une vis, N.os 97 et 105.

f Rapport du frottement à la pression, pour les faces des tourillons normales à l'axe de la vis, N.° 52.

$f_{\prime}$ Rapport du frottement à la pression pour les faces des tourillons parallèles à l'axe de la vis, N.° 52.

f, f_{1}, F Fonctions, N.os 80, 82, 84, etc.

g Vitesse qu'acquiert, en une seconde, un corps tombant librement, dans le vide ; $g = 9^{m}\,8088$; N.° 56.

h Hauteur à laquelle un élément superficiel se trouve au-dessous du niveau du liquide, N.° 169.

H Hauteur d'une des génératrices de l'enveloppe, N.° 40.

$H_{\prime}$ Hauteur à laquelle est élevée l'eau au-dessus du niveau du bassin inférieur, N.° 61.

i Angle que fait la génératrice de la surface héliçoïdale avec celle du noyau de rayon r, N.° 7.

i Angle que fait l'axe de la vis avec l'horizon, N.° 29.

i' Angle sous lequel la trace du filet, sur l'enveloppe, en coupe les génératrices, N.° 12.

i' Inclinaison anormale de la vis, N.° 190.

K Coefficient à déterminer par l'expérience, N.° 179.

l Longueur prise sur la génératrice de la surface héliçoïdale, à partir de l'arête de rebroussement, N.° 9.

l Longueur de l'élément du filet, N.° 16.

l_1 Longueur de la génératrice de la surface héliçoïdale limitée à la surface cylindrique du rayon $\mathbf{r}_1$, N.° 144, et de rayon $\mathbf{r}$, note 2.e

L Longueur de l'enveloppe, N.° 19.

m Un nombre entier, N.° 70.

M, M_1 Coefficients à déterminer par l'expérience N.os 103 et 104.

M' Pesanteur spécifique du liquide, qui charge la vis, N.° 107.

M'' Pesanteur spécifique de la matière dont la vis est formée, N.° 108.

n Nombre des spires de la vis, N.° 19.

n_0 Nombre des révolutions, que fait le filet, après son développement, N.° 19.

N Nombre des filets de la vis, N.° 95.

p Pas de la vis, N.° 11.

P Poids de l'eau dont la vis est chargée, N.° 51.

P Poids de la vis, N.° 52.

P, P' Un certain poids, N.° 103.

r Rayon du noyau, N.° 7.

$\mathbf{r}$ Rayon du noyau virtuel, N.° 140.

r' Rayon du noyau virtuel, dans le cas d'une inclinaison anormale, N.° 190.

r_0 Rayon de la circonférence sur laquelle se rabat l'hélice de rebroussement, quand on développe la surface héliçoïdale, N.° 7.

r Rayon moyen d'un cylindre creux, dont la paroi a peu d'épaisseur, N.° 104.

R Rayon d'une hélice tracée sur la surface du filet, N.° 9.

R_0 Rayon de la circonférence suivant laquelle se place l'hélice du rayon R, quand on rabat la surface héliçoïdale sur un plan, N.° 10.

R Rayon de la surface intérieure de l'enveloppe, N.° 17.

R' Rayon de la surface cylindrique à laquelle se termine le filet d'une vis, près de la surface de l'enveloppe, N.os 217 et 236.

R_1 Bras de levier de la puissance, N.° 225.

r Rayon du noyau lorsqu'il diffère du noyau virtuel, N.° 140,

r_0 Rayon de la circonférence sur laquelle se rabat l'hélice de rayon r quand on développe la surface héliçoïdale du filet sur un plan.

r_1 Rayon de noyau qui, le premier, intercepte, par sa grosseur, la libre circulation de l'air dans la vis, N.° 141 et suivants.

r' Rayon de la surface cylindrique à laquelle se termine le filet d'une vis près de la surface du noyau, N.os 217 et 236.

R'_0, r'_0 Rayons des circonférences de cercles entre lesquelles est compris, après avoir été développé sur un plan, le filet se terminant aux surfaces cylindriques de rayons R' et r', N.os 218 et 236.

R Rayon moyen du volume hydrophore, eu égard à sa vitesse relative, N.° 118.

R_1 Rayon moyen de la partie plongée de la surface héliçoïdale d'un filet, N.° 178.

s Arc mesuré sur la circonférence de rayon ρ et de même axe que la vis, à partir de son point le plus haut, et en cheminant d'abord vers le point où sont les génératrices horizontales du filet, N.° 68.

s_0 Valeur de s correspondante à la génératrice horizontale de la surface du filet, N.° 76.

s_1 Valeur de s pour le point où l'hélice de rayon ρ, tracée sur le filet, traverse le niveau de l'eau, hors de la génératrice horizontale du filet, N.° 81.

s_2 Valeur de s pour le point où l'hélice de rayon ρ, tracée sur le filet, pénètre dans l'espace hydrophore de la spire immédiatement inférieure à celle que l'on considère, N.os 82 et 83.

s_3 Valeur de s pour le point où l'hélice de rayon ρ, tracée sur le filet, sort de l'espace hydrophore de la spire immédiatement inférieure à celle que l'on considère. N.os 82 et 83.

S Surface totale des feuilles, qui entrent dans la vis, sur la longueur d'un pas, N.o 98.

v Vitesse angulaire de la vis, N.o 56.

w Rayon vecteur normal à l'axe de la vis, N.o 66.

w_0 Valeur de w correspondant à la génératrice horizontale de la surface du filet, N.o 76.

x Inconnue, N.o 225.

z Ordonnées parallèles à l'axe de la vis, N.o 65.

z_0 Valeur de z correspondant à la génératrice horizontale de la surface du filet, N.o 76.

Z Le quart de la longueur d'un pas, N.o 71.

α Angle de l'élément superficiel μ avec un plan de projection, N.o 169.

μ Élément d'une surface, N.o 169.

π Rapport de la circonférence du cercle au diamètre $\pi = 3,1416$.

ρ Rayon moyen des faces frottantes des tourillons de la vis normalement à son axe, N.o 52.

ρ_1 Rayon des faces des tourillons de la vis, parallèles à l'axe, N.o 52.

ρ Rayon d'une surface cylindrique quelconque à base circulaire et concentrique à la vis, N.o 67.

σ Partie plongée de la surface héliçoïdale du filet, N.o 178.

Σ Somme de quantités analogues, N.o 161,

Φ Pression exercée sur l'un des éléments de la surface mouillée du filet de la vis, N.o 161.

φ Pression exercée sur l'unité de surface plongée sous l'unité de charge, N.o 165.

TABLEAU N.° 1.

Donnant, pour diverses valeurs de $\frac{R}{r}$, le coefficient par lequel il faut multiplier le produit de $\frac{\cos i}{\sin i}$ par le cube du rayon du noyau virtuel exprimé en mètres, pour avoir, en mètres cubes, le volume de l'espace hydrophore, sur la longueur d'un pas.

$\frac{R}{r}$ est le rapport du rayon de l'enveloppe au rayon du noyau virtuel.

Valeurs de $\frac{R}{r}$.	COEFFICIENTS POUR DES VIS A							
	1 filet.	2 filets.	3 filets.	4 filets.	5 filets.	6 filets.	8 filets.	10 filets.
1.10	0.002510	0.005020	0.007530	0.010040	0.012550	0.015060	0.020080	0.02510
1.15	0.006418	0.012836	0.019254	0.025672	0.032090	0.038508	0.051344	0.06418
1.20	0.014930	0.029860	0.044790	0.059720	0.074650	0.089580	0.119440	0.14930
1.25	0.027487	0.054974	0.082461	0.109948	0.137435	0.164922	0.219896	0.27487
1.30	0.046715	0.093430	0.140145	0.186860	0.233575	0.280290	0.373720	0.46715
1.35	0.072403	0.144807	0.217209	0.289612	0.362015	0.434418	0.579224	0.72403
1.40	0.106910	0.213820	0.320730	0.427640	0.534550	0.641460	0.855280	1.06910
1.45	0.149268	0.298536	0.447804	0.597072	0.746340	0.895608	1.194144	1.49268
1.50	0.206290	0.412580	0.618870	0.825160	1.031450	1.237740	1.650320	2.06290
1.60	0.356765	0.713530	1.070295	1.427060	1.783825	2.140590	2.854120	3.54930
1.70	0.569255	1.138510	1.707765	2.277020	2.846275	3.415530	4.559400	5.53385
1.80	0.854470	1.708940	2.563410	3.417880	4.272350	5.126820	6.718560	7.92265
1.90	1.221640	2.443280	3.664920	4.886560	6.108200	7.314420	9.269960	10.68495
2.00	1.680560	3.361120	5.041680	6.722240	8.409500	9.934830	12.211840	13.82425

2.20	2.934470	5.868940	8.803410	11.712080	14.269400	16.276230	19.146480	21.14165
2.40	4.716170	9.432340	14.118000	18.320800	21.504500	24.080080	27.464320	29.83455
2.60	7.103240	14.206480	21.074580	26.370480	30.284950	33.131430	37.119760	39.83885
2.80	10.178240	20.356480	29.509880	35.810480	40.391650	43.403790	48.091840	51.16075
3.00	14.040540	27.969820	39.448890	46.501720	51.757350	55.067070	60.378400	63.72895
3.20	18.792740	36.877120	50.626530	58.508080	64.344900	67.889910	73.900640	77.47645
3.40	24.531140	47.023000	63.109860	71.873120	78.254650	82.038630	88.650880	92.52725
3.60	31.336440	58.509060	76.911330	86.518040	93.406050	97.533210	104.697120	108.94425
3.80	39.309040	71.472600	92.044170	102.492640	109.894050	114.401870	122.107840	126.74285
4.00	48.536140	86.098180	108.518820	119.793400	127.783400	132.694230	140.963920	145.99165
4.50	77.766640	128.892130	155 493570	168.766700	178.381650	184.209630	193.916720	199.85390
5.00	116.227665	179.825180	210.607395	225.943300	237.103525	243.841380	254.952520	261.76140
5.50	163.577065	238.921980	273.834345	291.386500	304.009150	311.789130	324.328020	332 18840
6.00	219.385265	306.286380	345.371595	365.261700	379.426400	388.311030	402.208820	411.42815
6.50	283.629190	381.996230	425.358345	447.661500	463.422650	473.479230	488.570320	499.47140
7.00	356.163090	466.006030	513.723870	538.486500	555.878150	567.142980	583.503320	596.10040
7.50	436.988515	558.345380	610.494870	637.776100	656.842400	669.346980	687.279320	701 33640
8.50	623.842015	768.583380	829.855320	862.331500	884.879650	899.948880	921.526920	938.16940
10.00	966.527815	1147.497480	1223.175345	1263.886600	1286.952650	1311.068880	1338.381120	1359.09340
12.50	1690.761565	1949.977480	2051.613720	2107.355100	2140.481400	2171.965380	2209.646120	2237.72840
15.00	2645.150315	2969.692480	3109.521970	3171.580100	3215.787025	3255.468630	3304.708120	3334.10284
17.50	3811.162315	4209.613980	4369.777845	4459.178100	4511 068900	4564.288380	4626.361120	4671.81840
20.00	5193.969190	5670.477730	5863.021095	5971.061600	6040.540775	6099.226330	6174.721120	6230.03090

TABLEAU N.° 1 *bis.*

Donnant, pour diverses valeurs de $\frac{R}{r}$, le coefficient par lequel il faut multiplier le produit $\frac{\cos i}{\sin i}$ par le cube du rayon de l'enveloppe, ce rayon étant exprimé en mètres, pour avoir, en mètres cubes, le volume de l'espace hydrophore, sur la longueur d'un pas.

$\frac{R}{r}$ est le rapport du rayon de l'enveloppe au rayon du noyau virtuel.

Valeurs de $\frac{R}{r}$.	COEFFICIENTS POUR DES VIS A							
	1 filet.	2 filets.	3 filets.	4 filets.	5 filets.	6 filets.	8 filets.	10 filets.
1.10	0.001886	0.003772	0·005657	0.007543	0.009429	0.011315	0.015086	0.018858
1.15	0.004220	0.008440	0.012660	0.017537	0.021100	0.02532	0.034546	0.042199
1.20	0.008641	0.017280	0.025914	0.034560	0.043200	0.05184	0.069121	0.086401
1.25	0.014073	0.028147	0.042220	0.056269	0.070364	0.08440	0.11258	0.14073
1.30	0.021253	0.042526	0.063787	0.085052	0.106313	0.12758	0.17011	0.21263
1.35	0.029427	0 058853	0.088283	0.11771	0.14714	0.17656	0.23542	0.29428
1.40	0.038965	0.077920	0.11688	0.15585	0.19481	0.23377	0.31169	0.38961
1.45	0.048959	0.097923	0.14791	0.19585	0.24481	0.29383	0.39168	0.48959
1.50	0.061123	0.12225	0.18336	0.24449	0.30561	0.36673	0.48898	0.61123
1.60	0.087100	0.17420	0.26130	0.34839	0.43550	0.52258	0.69680	0 86653
1.70	0.115860	0.23173	0.34757	0.40346	0.57932	0.69520	0.92803	1.1007
1.80	0 14651	0.29302	0.43954	0.58604	0.73256	0.87908	1.15200	1.3585
1.90	0.17810	0.35620	0.53432	0.71242	0.89054	1.06689	1.3515	1.5578
2.00	0.21006	0.42014	0.63020	0.84028	1.05119	1.2419	1.5265	1.7280

2.20	0.27558	0.55117	0.82677	1.0997	1.3401	1.5285	1.7981	1.9854
2.40	0.34115	0.68231	1.02134	1.3259	1.5621	1.7388	1.9867	2.1581
2.60	0.40414	0.80826	1.1990	1.5003	1.7231	1.8850	2.1119	2.2666
2.80	0.46365	0.92730	1.3470	1.6313	1.8400	1.9813	2.1917	2.3305
3.00	0.52000	1.03589	1.4611	1.7222	1.9169	2.0395	2.2362	2.3603
3.20	0.57349	1.1254	1.5450	1.7855	1.9637	2.0732	2.2552	2.3644
3.40	0.62413	1.1964	1.6057	1.8286	1.9910	2.0873	2.2555	2.3541
3.60	0.67148	1.2540	1.6485	1.8544	2.0020	2.0905	2.2440	2.3341
3.80	0.71638	1.3025	1.6732	1.8678	2.0028	2.0849	2.2252	2.3097
4.00	0.75838	1.3453	1.6953	1.8703	1.9965	2.0733	2.2076	2.2811
4.50	0.85340	1.4144	1.7063	1.8520	1.9575	2.0215	2.1275	2.1931
5.00	0.92076	1.4386	1.6848	1.8075	1.8968	1.9507	2.0396	2.0941
5.50	0.98314	1.4360	1.6459	1.7514	1.8273	1.8740	1.9494	1.9966
6.00	1.01565	1.4180	1.5989	1.6910	1.7566	1.7977	1.8621	1.9048
6.50	1.03275	1.3909	1.5488	1.6301	1.6875	1.7241	1.7791	1.8187
7.00	1.03837	1.3586	1.4977	1.5735	1.6206	1.6535	1.7012	1.7379
7.50	1.03581	1.3235	1.4471	1.5118	1.5569	1.5866	1.6291	1.6624
8.50	1.01582	1.2515	1.3513	1.4041	1.4392	1.4654	1.5005	1.5277
10.00	0.96652	1.1474	1.2231	1.2638	1.2869	1.3110	1.3384	1.3591
12.50	0.87025	0.99835	1.05042	1.07894	1.0959	1.1120	1.1313	1.1457
15.00	0.78373	0.87991	0.92133	0.93971	0.95288	0.96456	0.97917	0.98788
17.50	0.71111	0.78546	0.81534	0.83202	0.84170	0.85165	0.86321	0.87171
20.00	0.64924	0.70880	0.73287	0.74638	0.75506	0.76240	0.77184	0.77875

TABLEAU N.° 2. (*Voyez* N.° 134.)

Ayant multiplié le rayon du noyau virtuel exprimé en mètres, par le cosinus de l'angle que fait l'axe de la vis avec l'horizon; pour avoir en mètres, la hauteur à laquelle le déversement commence dans chaque spire, au-dessus du point le plus bas, de l'ouverture supérieure de l'enveloppe, il suffit de multiplier le produit obtenu, par le nombre, que donne le tableau suivant :

Rapport $\frac{R}{r}$ du rayon de l'enveloppe à celui du noyau virtuel.	CAS DE							
	1 filet.	2 filets.	3 filets.	4 filets.	5 filets.	6 filets.	8 filets.	10 filets.
2.0	»	»	»	»	»	»	»	0.07
2.2	»	»	»	»	»	0.05	0.19	0.28
2.4	»	»	»	»	0.17	0.27	0.42	0.52
2.6	»	»	»	0.24	0.41	0.53	0.69	0.81
2.8	»	»	0.19	0.48	0.68	0.81	0.99	1.10
3.0	»	»	0.40	0.74	0.95	1.09	1.28	1.40
3.2	»	0.07	0.66	1.02	1.23	1.38	1.57	1.70
3.4	»	0.29	0.95	1.33	1.56	1.69	1.90	2.03
3.6	»	0.56	1.27	1.66	1.89	2.03	2.25	2.37
3.8	»	0.82	1.58	1.97	2.22	2.37	2.58	2.71
4.0	»	1.10	1.89	2.29	2.53	2.68	2.90	3.04
4.5	»	1.80	2.65	3.00	3.25	3.50	3.70	3.85
5.0	0.15	2.60	3.50	3.85	4.15	4.35	4.55	4.70
5.5	0.85	3.45	4.40	4.75	5.10	5.25	5.50	5.65
6.0	1.80	4.45	5.35	5.75	6.10	6.25	6.50	6.65
6.5	2.60	5.35	6.30	6.70	7.00	7.20	7.45	7.55
7.0	3.55	6.35	7.25	7.65	8.05	8.20	8.40	8.55
7.5	4.35	7.20	8.15	8.50	8.85	9.10	9.30	9.45
8.5	6.20	9.10	10.05	10.40	10.80	11.00	11.20	11.35
10.0	9.05	11.95	12.95	13.40	13.70	13.90	14.10	14.30
12.5	13.85	16.80	17.80	18.30	18.60	18.80	19.05	19.20
15.0	18.80	21.75	22.80	23.25	23.55	23.75	24.00	24.10
17.5	23.70	26.70	27.80	28.15	28.51	28.80	28.95	29.10
20.0	28.50	31.50	32.55	33.00	33.35	33.55	33.80	33.97

TABLEAU N.° 3. (*Voyez N.°* 182.)

Donnant, pour différentes valeurs de $\frac{R}{r}$, les coefficients par lesquels il faut multiplier le rayon du noyau virtuel, pour avoir 1.°, la valeur s_1 de l'arc, qui, mesuré sur la surface intérieure de l'enveloppe, à partir de sa génératrice la plus élevée et dans le sens où se trouvent les génératrices horizontales du filet, se termine à la dernière des génératrices de l'enveloppe, qu'atteigne le volume hydrophore, 2.° la distance $R \sin \frac{s_1}{R}$ à laquelle se trouve cette génératrice du plan vertical passant par l'axe de la vis.

$\frac{R}{r}$ est le rapport du rayon de l'enveloppe à celui du noyau virtuel.

$\frac{R}{r}$	COEFFICIENT POUR		$\frac{R}{r}$	COEFFICIENT POUR	
	s_1	$R \sin \frac{s_1}{R}$		s_1	$R \sin \frac{s_1}{R}$
1.00	» »	+ 1.00	7.00	35.11	— 6.65
1.10	2.89	+ 0.65	7.20	36.29	— 6.80
1.20	3.50	+ 6.40	7.40	37.37	— 6.97
1.30	4.03	+ 0.14	7.60	38.56	— 7.10
1.40	4.55	— 0.12	7.80	39.69	— 7.20
1.50	5.11	— 0.32	8.00	40.84	— 7.35
1.60	5.59	— 0.55	8.20	41.96	— 7.50
1.70	6.05	— 0.74	8.40	43.08	— 7.67
1.80	6.61	— 0.95	8.60	44.20	— 7.80
1.90	7.28	— 1.11	8.80	45.37	— 7.90
2.00	7.71	— 1.29	9.00	46.54	— 8.05
2.20	8.69	— 1.62	9.20	47.67	— 8.17
2.40	9.72	— 1.94	9.40	48.79	— 8.28
2.60	10.81	— 2.22	9.60	49.91	— 8.45
2.80	11.84	— 2.51	9.80	51.03	— 8.57
3.00	12.96	— 2.78	10.00	52.21	— 8.70
3.20	14.02	— 3.04	10.50	55.12	— 9.00
3.40	15.13	— 3.28	11.00	58.02	— 9.32
3.60	16.21	— 3.52	11.50	60.97	— 9.60
3.80	17.29	— 3.75	12.00	63.82	— 9.86
4.00	18.39	— 3.96	12.50	66.67	— 10.15
4.20	19.49	— 4.20	13.00	69.57	— 10.23
4.40	20.67	— 4.40	13.50	72.47	— 10.66
4.60	21.73	— 4.60	14.00	75.42	— 10.90
4.80	22.82	— 4.80	14.50	78.32	— 11.12
5.00	23.86	— 5.00	15.00	81.27	— 11.40
5.20	25.00	— 5.20	15.50	84.19	— 11.65
5.40	26.11	— 5.37	16.00	87.08	— 11.90
5.60	27.24	— 5.55	16.50	90.01	— 12.17
5.80	28.33	— 5.70	17.00	92.86	— 12.35
6.00	29.45	— 5.90	17.50	95.86	— 12.58
6.20	30.49	— 6.00	18.00	98.78	— 12.83
6.40	31.73	— 6.20	18.50	101.71	— 13.09
6.60	32.90	— 6.40	19.00	104.66	— 13.29
6.80	34.05	— 6.52	19.50	107.69	— 13.49
			20.00	110.66	— 13.61

TABLEAU

Des dimensions à donner à la vis de Vitruve et de ses

N.° d'ordre.	ÉLÉMENTS DE LA VIS ET INDICATIONS DIVERSES.	1	2	3
1	Rayon r du noyau virtuel...............	0.13181	0.15675	0.17347
2	Rayon r du noyau effectif..............	0.17573	0.20898	0.23128
3	Rayon R intérieur de l'enveloppe	0.35146	0.41796	0.46255
4	Rayon r' intérieur des filets après la pose.	0.17292	0.20564	0.22758
5	Rayon R′ extérieur des filets après la pose.	0.35428	0.42131	0.46625
6	Rayon r'_0 intérieur du filet développé sur un plan............................	0.41085	0.48858	0.54071
7	Rayon R'_0 extérieur du filet développé sur un plan............................	0.65906	0.78876	0.86738
8	Longueur du pas, $2\pi r \dfrac{\cos}{\sin i}$............	1.10390	1.31270	1.45280
9	Hauteur du pas, $2\pi r \cos i$...............	0.66244	0.78778	0.87182
10	Longueur L de l'enveloppe.............	5.62300	6.68740	7 40080
11	Longueur horizontale de la vis, L $\cos i$...	4.49870	5.34990	5.92070
12	Hauteur H de la vis, L $\sin i$............	3.37410	4.01240	4.44050
13	Hauteur H_1 à laquelle la vis élève l'eau...	2.82690	3.36180	3.72040
14	Surface de chaque filet..................	2.54940	3.60540	4.41580
15	Volume hydrophore sur la longueur d'un pas..............................	0.07954	0.13377	0.18132
16	Volume dont la vis est chargée..........	1.61560	2.71710	3.68270
17	Quantité d'eau élevée par jour de huit heures............................	71.13200	119.04000	162.14000
18	Quantité d'action utilisée approximativement, par jour de huit heures.........	201 080km.	402 160km.	603 240km.

résultats, selon le nombre d'hommes, que sa manœuvre exige.

NOMBRE D'HOMMES.						
4	5	6	7	8	9	10
0.18639	0.19711	0.20630	0.21440	0.22108	0.22831	m. 0.2344
0.24852	0.26278	0.27497	0 28584	0.29554	0.30438	0.3125
0.49704	0.52556	0.55007	0.57168	0.59109	0 60875	0.625
0.24455	0.25858	0.27063	0.28127	0.29082	0.29950	0 3075
0.50102	0.52976	0.55447	0 57626	0.59582	0.61362	0 630
0.58103	0.61436	0.64301	0.66827	0.69096	0.71161	0.7306
0.93206	0.98553	1.03149	1.07200	1 10840	1.14150	1.172
1.56110	1.65070	1.72770	1.79560	1.85650	1.91200	1.963
0.93683	0 99058	1.03677	1.07751	1.11410	1.14740	1.178
7.95270	8.40900	8.80110	9.14690	9.45740	9.74010	10.000
6.36220	6.72720	7.04090	7.31760	7.56590	7.79200	8.000
4.77160	5.04540	5.28070	5.48810	5.67440	5.84400	6.000
3.99780	4.22720	4.42430	4.59820	4.75430	4.89630	5.027
5.09890	5 70070	6.24480	6.74520	7.21090	7.64830	8.062
0.22498	0.26597	0.30494	0.34231	0.37837	0.41332	0.4473
4.56950	5.40200	6.19350	6.95260	7.68500	8.39470	9.0847
201.19000	237.84000	272.69000	306.11000	338.36000	369.61000	400.00
804.320km.	km 1,005,400	km 1,206,480	km 1,407,560	km 1,608,640	km 1,809,720	km 2,010,800

TABLE ANALYTIQUE

des matières contenues dans ce Mémoire.

2.e PARTIE.

JU DE L'APPAREIL. — CHOIX DES DISPOSITIONS PRINCIPALES.

§ 4.e *De l'équilibre et du mouvement de la vis.*

Génération de l'hélice, N.os 41 et suiv. — Lieu des points le plus haut et le plus bas de l'hélice, N.o 49. — Conditions d'équilibre de la vis au repos N.os 50 et suiv. — Cas de la vis en mouvement, N.os 53 et suiv. — Déplacement du centre de gravité du liquide, N.o 53. — Diminution du volume hydrophore, N.o 54. — Limite de la vitesse, N.o 54. — Inclinaison anormale de la vis, N.o 55. — Pertes d'effet utile dues au mouvement du liquide, N.os 56 et suiv. — — Vitesse ascensionnelle, N.o 56. — Puisage, N.o 57. — Déversement, N.os 58 et 59. — Immersion, N.o 60. — Longueur de la vis, N.o 61. — Charge de l'appareil, N.o 62.

§ 5.e *Volume Hydrophore.*

Son calcul pour le cas du repos, N os 63 et suiv. — Méthode approximative, N.os 90 et 91.

§ 6.e *Discussion.*

Indéterminations à lever, N.o 92. — Motifs de préférence, N.o 93. — Du meilleur appareil à petites vitesses, N.os 94 et suivants. — 1.er cas, épaisseur des parois négligée, N.os 98 et suiv. — 2.e cas, épaisseur prise en considération, N.os 102 et suiv. — Conclusion, N.os 111 et 112. — Du meilleur appareil eu égard à la vitesse, N.os 113 et suiv. — Diminution de produit due à la vitesse, N.os 115 et suiv. — Conclusion, N.o 117. — De la meilleure inclinaison, N.o 121. — Conclusion, N.o 122 et 123. — Du frottement du liquide, N.os 124 et suiv. — Conclusion, N.o 126. — Volume hydrophore maximum maximorum, N.o 126. — Construction, N.o 127.

3.e PARTIE.

DES MODIFICATIONS DONT CHACUNE DES PARTIES DE L'APPAREIL EST SUSCEPTIBLE.

4.e PARTIE.

§ 13.e *Des vis concentriques.*

5.e PARTIE.

§ 14.e *Résumé des principales règles données dans ce mémoire, pour la construction de la vis d'Archimède.*

6.e PARTIE.

APPLICATIONS.

§ 15.e *Vis des anciens.*

NOTE 1.re

Développement de la surface héliçoïdale du filet.

Objet de la note. — Des surfaces développables. — Du plan. — Transformation d'une surface plane en une surface conique. — Relation entre le développement de la surface conique et l'angle que fait sa génératrice avec l'axe. — Transformation d'une surface plane en une surface héliçoïdale. — Relation entre le développement de la surface héliçoïdale, le rayon de son hélice de rebroussement et l'angle sous lequel elle coupe les génératrices de la surface cylindrique où elle est placée. — D'où vient le nom d'arête ou d'hélice de rebroussement. — Pas de l'hélice de rebroussement. — Rayon et pas d'une autre hélice quelconque tracée sur la surface héliçoïdale. — Rayon de la circonférence sur laquelle elle se rabat dans le développement de la surface.

NOTE 2.e

Sur la mesure de la surface du filet.

Mesures de la partie du filet, que l'on détache du sommet de la vis, en la terminant à un plan normal à l'axe, au lieu de la terminer à la dernière des génératrices de la surface héliçoïdale qui touchent l'enveloppe; 1.° dans le cas du noyau virtuel, 2.° dans le cas d'un noyau du plus grand rayon. — Formules donnant la surface totale du filet.

NOTE 3.e

Volume hydrophore maximum.

Démonstration de ce principe que, dans le cas des N.os 13 et 29, le volume hydrophore de la vis est encore un maximum, quand deux volumes hydrophores consécutifs se pénètrent. — Développement des sections faites dans le volume hydrophore par des surfaces cylindriques concentriques à la vis.

NOTE 4.e

Sur la mesure du volume hydrophore.

Démonstration de ce principe que, dans le cas des N.os 13 et 29, les volumes hydrophores de deux vis de mêmes rayons R et *r* d'enveloppe et de noyau virtuel sont comme les cotangentes de l'inclinaison de leurs axes à l'horizon. — Éléments du volume hydrophore. — Construction géométrique démontrant qu'ils sont proportionnels à $\frac{\cos i}{\sin i}$ — Application. — Méthode expéditive pour le calcul du volume hydrophore.

NOTE 5.e

Lieu des points le plus haut et le plus bas de l'hélice.

Sa détermination par une construction géométrique.

NOTE 6.e

Equations de la surface héliçoïdale du filet et de ses courbes d'intersection par différents plans.

Equation de la surface héliçoïdale. — Ligne d'intersection de cette surface et du plan vertical tangent au noyau virtuel suivant les génératrices horizontales. — Demi-ligne droite. — Equation de la courbe. — Son asymptote. — Ligne d'intersection de la surface du filet et d'un plan horizontal. — Sa projection sur un plan normal à l'axe est indépendante de l'inclinaison *i* de la vis. — Corollaire. — Elle se termine par une demi-ligne droite. — Courbe d'intersection de la surface héliçoïdale du filet et d'un plan passant par l'axe de la vis. — Elle s'arrête contre le noyau et lui est normale.

NOTE 7.e

De la théorie de la vis ordinaire.

Bras de levier de sa charge. — Inclinaison limite à laquelle elle cesse de donner de l'eau. — Inclinaison limite à laquelle l'air cesse

d'y circuler librement. — Relations utiles entre le diamètre du noyau, l'écartement des filets ou le pas de la vis et l'inclinaison. — De combien elle doit plonger dans le bassin inférieur.

NOTE 8.e

Sur les moyens de diminuer la chûte au sommet d'une vis.

Soupapes dans la paroi fixe au sommet de la vis.

NOTE 9.e

Indication des signes dont on a fait le plus fréquemment usage dans ce mémoire et de leurs significations.

TABLEAU N.o 1.

Donnant pour diverses valeurs de $\frac{R}{r}$ et pour des vis de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 ou 10 filets, le coefficient, par lequel il faut multiplier $\frac{\cos i}{\sin i} r^3$, pour avoir le volume d'eau que donne la vis à chaque révolution; i étant l'inclinaison, R le rayon de l'enveloppe, et r celui du noyau virtuel de la vis.

TABLEAU N.o 1 bis.

Donnant, dans les mêmes conditions, le coefficient, par lequel il faut multiplier $\frac{\cos i}{\sin i} R^3$, pour obtenir le même résultat.

TABLEAU N.o 2.

Donnant pour diverses valeurs de $\frac{R}{r}$ et pour des vis de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 ou 10 filets, les coefficients par lesquels il faut multiplier $r \cos i$, pour avoir la hauteur à laquelle le déversement commence

dans chaque spire, à partir du point le plus bas de l'ouverture supérieure de l'enveloppe.

TABLEAU N.° 3.

Donnant pour diverses valeurs de $\frac{R}{r}$ et pour des vis de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 ou 10 filets, les coefficients par lesquels il faut multiplier le rayon du noyau virtuel, pour trouver les génératrices de l'enveloppe, auxquelles se termine le volume hydrophore.

TABLEAU N.° 4.

Donnant les dimensions de la vis de Vitruve et ses résultats pour des moteurs de la force de 1, 2, 3, 4. 5, 6, 7, 8, 9 ou 10 hommes.



NOTE

SUR

QUELQUES EXPÉRIENCES FAITES A RIVE-DE-GIER (LOIRE)

Dans le but de supprimer l'épinglette et le bourroir employés communément dans le tirage des rochers à la poudre,

Par M. A. Meugy, Ingénieur des mines.

Accidents. — Prescription des outils en cuivre et en bronze — Ces derniers ne sont pas exempts de danger.

Les nombreux accidents qui surviennent chaque année à Saint-Etienne et à Rive-de-Gier, par suite d'explosions de coups de mine, ne sont dus pour la plupart qu'à l'imprudence des ouvriers mineurs qui persistent à se servir d'outils en fer, malgré les règlements qui les proscrivent.

Un arrêté préfectoral, en date du 8 mai 1839, est intervenu à la suite de plusieurs accidents arrivés dans le bassin houiller de Saint-Etienne. Cet arrêté, approuvé par M. le ministre des travaux publics le 11 février 1840, enjoignit à tous les exploitants de n'employer dans le tirage des rochers à la poudre que des épinglettes en cuivre et des bourroirs de même métal; mais l'administration, ayant reconnu l'inconvénient des bourroirs en cuivre, a toléré l'emploi des instruments en bronze, et il paraît certain que ces derniers ne sont pas exempts de danger. Il y a quelques années, un mineur a été grièvement blessé par l'explosion d'une mine au puits Saint-André (concession de la Cappe), et cependant il a été constaté qu'il ne s'était servi d'aucun instrument défendu. Je me suis d'ailleurs assuré par moi-même qu'on peut produire des étincelles, légères à la vérité, en frap-

pant contre un rocher de manifère (1) avec un bourroir en bronze.

Objet de la note.

L'objet de cette note est de faire connaître les résultats de quelques expériences que j'ai entreprises dans le but de changer le système de bourrage que l'on suit communément aujourd'hui, A cet effet, je me suis proposé de supprimer entièrement l'épinglette et le bourroir, en modifiant une ancienne méthode connue sous le nom de *tirage au tasseau par-dessus* et dont il est fait mention dans le *Traité de la Richesse minérale*. On lit dans le tome II de cet ouvrage, à la page 103 :

« Le tirage au tasseau par-dessus est la méthode la plus an-
» cienne; pour l'exécuter, on chasse à coups de marteau par-
» dessus la cartouche un cylindre de bois qui porte une canne-
» lure longitudinale propre à loger l'épinglette. En plusieurs
» endroits, cette méthode est abandonnée; souvent son effet
» se bornait à lancer le tasseau comme un projectile; rarement
» le tasseau remplissait exactement l'espace du trou. »

J'ai cherché à parer à ces divers inconvénients et surtout à supprimer l'épinglette dont il paraît qu'on se servait encore dans l'application de cette ancienne méthode. De plus, j'ai imaginé de laisser un vide entre la poudre et le tasseau, et j'ai recherché quelle était la longueur minima du tasseau pour laquelle on pouvait obtenir du coup de mine le maximum d'effet.

J'ai tenu compte dans les différentes expériences que j'ai faites : de la profondeur du trou de mine et de son diamètre; de la quantité de poudre introduite; de l'espace occupé par la charge; de la forme du tasseau, de sa nature et de son diamètre, et enfin du vide laissé entre le tasseau et la poudre.

Résultats obtenus.

Il résulte de ces expériences :

1.° Qu'on peut ranger les trous de mine en trois classes, en

(1) Grès quartzeux d'un gris foncé et à grains très-fins.

égard à leur profondeur. La 1.re classe comprendra les trous de 2 pieds ou de 66 centimètres ; la 2.e ceux de 50 centimètres ou de 18 pouces, et la 3.e ceux de 33 centimètres ou de 1 pied;

2.o Que le diamètre de ces différents trous de mine peut varier de 30 à 35 millimètres ;

3.o Que la quantité de poudre introduite est d'environ 187 grammes pour les trous de la 1.re classe, de 150 grammes pour ceux de la 2.e, et de 112 grammes pour ceux de la 3.e ;

4.o Que l'espace occupé par la poudre est moyennement de 31 centimètres pour la 1.re classe, de 25 centimètres pour la 2.e, et de 18 centimètres pour la 3.e ;

5.o Qu'il faut employer des tasseaux de forme cylindrique taillés parallèlement aux fibres d'un bois tendre, et munis d'une cannelure longitudinale à arêtes arrondies propre à recevoir la mèche (1); qu'avec une cannelure arrondie sur ses bords on ne peut rencontrer d'embarras pour l'introduction de la canette ; que toutefois il peut arriver qu'on ne puisse pousser celle-ci jusqu'au contact de la poudre; mais qu'il suffit alors, pour que le coup ne rate pas, de faire en sorte que la portion de canette engagée dans la rainure soit au moins de 10 centimètres (2);

6.o Que pour obtenir le maximum d'effet utile, on peut faire usage de cylindres d'un diamètre égal à celui des trous, parce qu'en effet la diminution successive qu'éprouve le diamètre d'un trou de mine depuis son orifice jusqu'à son fond permet au bois de se comprimer et de prendre exactement la forme du trou :

---

(1) A Rive-de-Gier, on met le feu aux coups de mine avec une petite fusée qui consiste en un rouleau de papier rempli de poudre fine et amorcé avec une smèche soufrée Les mineurs lui donnent le nom de *canette*.

(2) Il y a certaines localités où la mèche consiste en un simple fétu de paille rempli de poudre. Dans ce cas, on ne pourrait jamais éprouver de difficulté par suite de l'obstrction de la cannelure. Au reste, il est on ne peut plus facile d'obvier à cet inconvénient, puisque rien n'empêche de placer la mèche dans la cannelure avant d'enfoncer le tasseau.

7.° Qu'il vaut mieux se servir de tasseaux trop gros que de tasseaux trop minces, et qu'il est bien préférable d'amincir un cylindre trop gros vers le bout que d'entourer d'étoupe un cylindre d'un trop petit calibre (l'étoupe ne tend en effet qu'à obstruer la rainure et à empêcher d'introduire la mèche avec facilité); que la longueur du tasseau minima qui adhère à la paroi du trou de mine, doit être de 0m20 à 0m25 pour les trous de la 1.re classe, de 0m15 à 0m20 pour ceux de la 2.e, et de 0m10 à 0m15 pour ceux de la 3.e classe;

8.° Que la chambre laissée entre la poudre et le tasseau produit un effet sensible, mais que tout le succès dépend de la compression que le bois a éprouvée, et que la grandeur de la chambre est de peu d'importance quand on a satisfait à la condition d'un grande adhérence du tasseau contre la paroi du trou ;

9.° Enfin, que le temps nécessaire pour charger, en suivant cette méthode, est moyennement de deux minutes.

Diamètre des tasseaux.

J'ai dit que le diamètre des trous de mine pouvait varier de 30 à 35 millimètres; mais comme d'ordinaire la largeur d'un ciseau neuf est de 0m035, on peut regarder ce diamètre comme maximum. Si d'un autre côté on suppose que le ciseau soit mis au rebut quand sa largeur n'est plus que de 0m030, on peut regarder l'autre limite comme un minimum ; de sorte qu'il sera possible de n'avoir que des cylindres de trois diamètres différents, savoir : de 31 millimètres pour les trous les moins ouverts, de 32 pour ceux d'une ouverture moyenne, et enfin, de 34 pour les trous du plus grand diamètre.

Longueur des tasseaux.

Comme il vaut mieux avoir des tasseaux trop longs que trop courts, j'ai adopté des tasseaux de 25 centimètres de longueur pour les trous de la 1.re classe; de 20 centimètres pour ceux de la 2.e, et de 15 centimètres pour ceux de la 3.e classe. Les chambres correspondant à ces différents cylindres seront de 15 à 10 centimètres pour la 1.re classe, de 10 à 5 centimètres pour la 2.e, et de 5 à 0 centimètres pour la 3.e

Résumé. Les résultats énoncés ci-dessus peuvent se résumer dans le tableau suivant :

Classe du trou de mine.	Profondeur du trou de mine.	Charge : Nombre de cartouches.	Charge : Grammes.	Espace occupé par la poudre.	Forme et nature du tasseau.	Diamètre du trou de mine.	Diamètre du tasseau.	Longueur du tasseau.	Portion du tasseau adhérente à la paroi.	Chambre.
						mill.	mill.	cent.	cent.	cent.
1	66	2 1/2	187	31	Cylindrique en bois tendre avec une cannelure à arêtes arrondies.	30 31	31	25	20 à 25	15 à 10
2	50	2	150	25		32 33	32	20	15 à 20	10 à 5
3	33	1 1/2	112	18		34 35	34	15	10 à 15	5 à 0

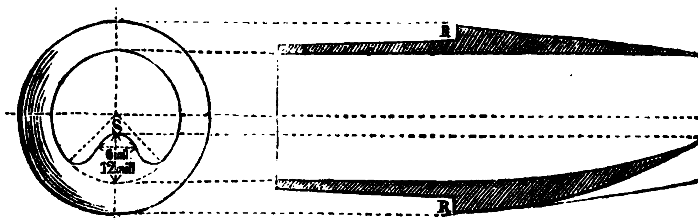
Effet de la chambre. Tout le monde sait pourquoi un fusil crève quand il existe un vide entre la poudre et la bourre ; c'est qu'au moment de l'inflammation de la poudre, la bourre ne pouvant acquérir instantanément la vitesse des gaz provenant de la combustion, il se produit une réaction qui fait éclater l'arme près du tonnerre. Le même effet a lieu quand l'extrémité du canon est bouchée, quelque petite que soit la résistance opposée par l'obstacle.

Examinons maintenant les différents cas qui peuvent se présenter dans le tirage des rochers à la poudre : 1.° si on ne laisse aucun vide entre la poudre et la bourre, c'est la seule expansion des gaz résultant de la combustion qui peut fracturer le rocher, et la bourre doit être chassée au fur et à mesure que ces gaz se développent ; 2.° si on laisse une chambre entre la bourre et la poudre, il est évident que l'effet du coup de mine sera dû non-seulement à l'expansion des gaz produits, mais encore à une réaction qui sera d'autant plus grande que la bourre offrira elle-même une plus grande résistance. Or, dans le cas d'un tas-

seau de bois substitué à la bourre ordinaire, cette résistance est proportionnelle à la longueur du tasseau et à son diamètre. L'effet du coup de mine dépendra donc entièrement du frottement exercé par le tasseau contre la paroi du trou.

Construction des tasseaux.

Pour rendre ce procédé facile en pratique, il fallait imaginer un moyen simple et peu coûteux de fabriquer des tasseaux cylindriques. J'ai fait construire dans ce but un emporte-pièce en fer qui est représenté ici en plan et en coupe. Cet ins-



trument est terminé à sa partie supérieure par un biseau en acier trempé qui a exactement la forme que le tasseau doit présenter dans une section normale à son axe. La saillie *s* est destinée à creuser dans le bois la rainure propre à recevoir la mèche; elle est terminée par un demi cercle dont le diamètre est de 6 millimètres. L'extrémité de cette saillie est distante de 12 millimètres de la circonférence du biseau avec laquelle elle se raccorde par deux autres arcs de cercle. Enfin l'emporte-pièce est muni d'un rebord *r*, qui sert à l'assujettir sur un établi en bois percé d'un trou. Au moyen de cet instrument on peut obtenir en peu de temps un nombre considérable de tasseaux. La seule précaution à observer, c'est que le bois dont on se sert soit bien de fil, c'est-à-dire, qu'il soit dépourvu de nœuds et que ses fibres ne soient pas contournées; sans cela les cylindres prendraient une forme vicieuse et pourraient se casser pendant le bourrage. Un outil semblable sera nécessaire pour chaque calibre de tasseaux; mais on pourra se contenter de trois em-

porte-pièces, dans lesquels la matrice aura pour diamètre : 31, 32 et 34 millimètres.

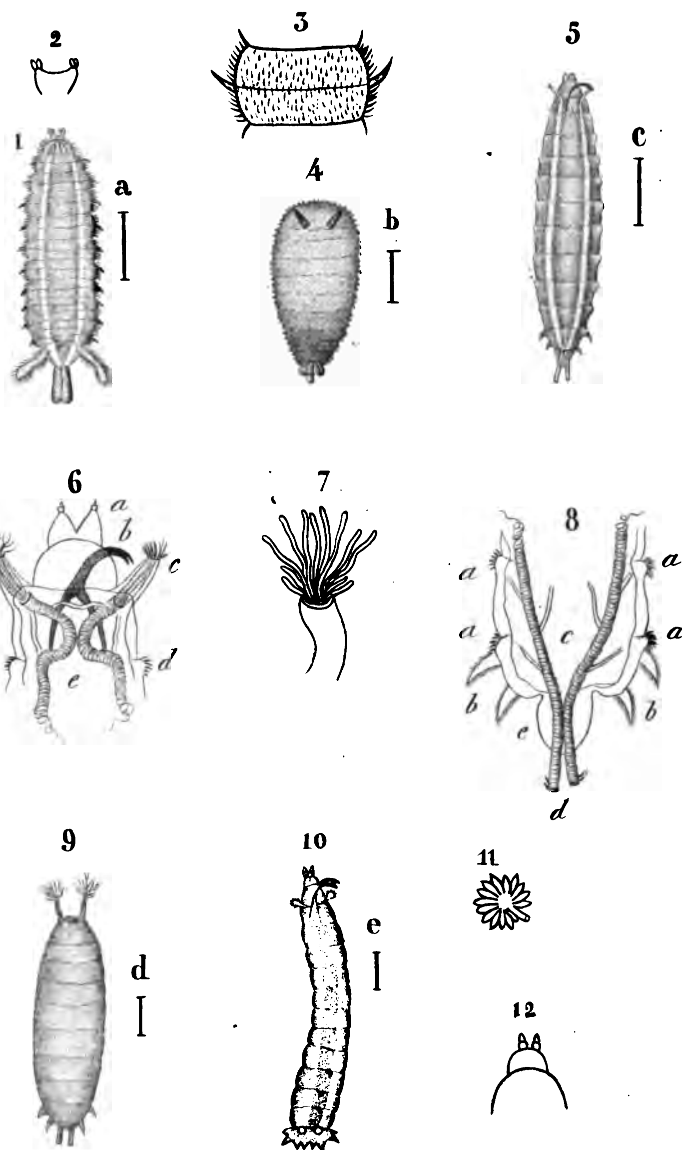
Manœuvre. Les cartouches, dont le diamètre sera de 30 millimètres environ, renfermeront, les unes 112 grammes de poudre, les autres 150, et les troisièmes 187. Comme il arrivera souvent qu'une cartouche soit trop forte, le mineur pourra l'ouvrir et en retirer la quantité de poudre qu'il jugera convenable. La cartouche étant ouverte, il y passera une baguette de bois d'un diamètre à peu près égal à celui de la cartouche, de manière à ce que l'extrémité de cette baguette touche la poudre. Il poussera ensuite la cartouche au fond du trou, et il retirera la baguette qui laissera ainsi la charge à découvert. Enfin, il placera la mèche dans la rainure du tasseau et chassera celui-ci à coups de masse dans le trou de mine. On évitera par ce moyen simple l'emploi de l'épinglette, dont l'usage serait indispensable pour percer la cartouche, si l'on introduisait celle-ci dans le trou de mine sans l'ouvrir. Il est vrai que cette manière de charger ne serait pas applicable aux trous de mine dont l'inclinaison au-dessus de l'horizontale dépasserait 30°; mais les trous presque verticaux sont si rares, que cette méthode pourra être employée dan tous les cas, à très-peu d'exceptions près. D'ailleurs je crois qu'il serait possible, sans avarier la canette, de la serrer dans la cartouche et d'enfoncer le tasseau par-dessus la charge, en ayant soin de placer préalablement la mèche dans la cannelure.

Résultats économiques. Le prix d'un bourroir en bronze et d'une épinglette en cuivre est de 10 fr. Ces deux instruments peuvent servir moyennement pour le bourrage de cinq cents coups de mine avant d'être mis au rebut. La dépense relative au bourroir et à l'épinglette est donc de 2 fr. pour cent coups. D'un autre côté, des tasseaux en bois de sapin, fabriqués comme il a été dit ci-dessus, coûteront à Rive-de-Gier 6 fr. le mille. La dépense pour cent coups de mine ne sera donc que de 0,60 dans le second cas, ce qui fait déjà une différence de 0,014 par coup de mine. Il faut aussi tenir

compte de l'économie de temps. Un mineur, payé à raison de 3 fr. par journée de dix heures, peut tirer dans ce laps de temps six coups de mine en suivant le mode de bourrage ordinaire. Le temps nécessaire pour percer un trou de mine et pour le charger est donc de 1 h. 40′, dont 1 h. 34′ ou 94′ sont employées au forage, et 6′ au bourrage. Or on ne mettra que 2′ environ pour charger un trou de mine par le procédé qui vient d'être décrit. Il y aura donc par jour une économie de 24′, qui correspond à 0,02 par coup de mine. Ainsi l'économie que donne cette méthode sur l'autre est de 0,014 + 0,02 = 0f034 par coup de mine.

Avantages. Les principaux avantages de ce nouveau mode de bourrage sont la sûreté et la commodité. En effet, l'épinglette et le bourroir ne jouant plus aucun rôle dans le tirage à la poudre, les mineurs se trouveront à l'abri de tout danger. De plus, à cause du peu de temps consacré à la charge, l'ouvrier éprouvera beaucoup moins de difficulté quand il opérera dans une roche aquifère. Enfin, cette méthode se recommande par sa simplicité et par l'économie qu'elle procure; elle pourra être justement appréciée quand elle sera entrée dans le domaine de la pratique.





Eumerus œneus, 1-4. Drosophila reaumurii. 5-9.
Drosophila maculata. 10-12.

L. Duf: pinx. Lith.e de D.e Monnier, à Lille.

HISTOIRE NATURELLE.

HISTOIRE DES MÉTAMORPHOSES DE L'EUMERUS ŒNEUS, Macq.,

Par M. Léon Dufour, Membre correspondant.

Parmi les histoires des métamorphoses des syrphides consignées dans les ouvrages des Réaumur, des de Geer, des Lepeletier, etc., je n'en vois pas qui soient relatives au genre *Eumerus*, et je viens en offrir une. Je saisis avec d'autant plus d'empressement cette occasion que l'espèce soumise à mon étude a été découverte par notre célèbre diptérologiste et collègue M. Macquart. Je suis heureux de partager cet hommage entre la science et l'amitié.

Mon jardinier, dont j'avais éveillé l'attention sur tous les vers qui attaquent le jardinage, m'apporta, vers la mi-juillet 1844, un gros oignon (*allium copa*) qu'il venait d'arracher de terre et qui était en grande partie ramolli, pourri. J'y constatai l'existence de larves de diverses espèces dont j'étudiai avec soin le développement et les métamorphoses. Parmi ces larves était celle dont je vais parler à l'instant et qui finit par me donner l'*Eumerus œneus*. Macq.

1.° Larve.

Larva apoda acephala, ovato oblonga, supra pubescenti villosula, transversim pluriplicata, subtùs plana lævigata; palpis

labialibus utrinque binis uniarticulatis; segmentis latere unispinulosis; ultimo utrinque in appendicem oblongum producto, postice caudato. Long. 10 mm.

Hab. in copis putrefactis.

La forme, la composition et la structure de cette larve me frappèrent d'abord par une si grande ressemblance avec celles de la larve du *Cheilosia scutellata*, que j'ai fait connaître il y a quelques années, et qui vit aussi dans les matières végétales en décomposition (1), qu'avant d'avoir été témoin de ses métamorphoses, je crus qu'elle appartenait à une autre espèce de ce même genre. Comme elle vit au milieu du putrilage de l'oignon, et que par conséquent elle est couverte d'ordures, on conçoit qu'il est nécessaire, pour en bien apprécier la structure, de la laver soigneusement avec un léger pinceau. Eminemment contractile et souple, elle est sujette à beaucoup de variations de forme et de grandeur. Les plis multipliés de sa région dorsale en imposent pour le nombre normal des segments constitutifs qui, malgré l'apparence du contraire, n'est que de douze. Je reconnais aujourd'hui qu'effectivement j'avais pris ces plis pour des segments lorsque j'ai décrit la larve précitée du *Cheilosia*. Dans celle de l'*Eumerus*, le nombre légitime des segments est surtout facile à constater à la région inférieure ou ventrale, qui est plate et dépourvue, soit de duvet, soit de plis. On les distinguera aussi à la région dorsale par une spinule isolée, insérée sur le milieu du bord externe de chaque segment, sauf le premier et le dernier, en sorte que l'on en compte dix paires. Ces spinules, qui, je crois, font l'office de pseudopodes pour l'ambulation, m'ont paru résulter de l'adossement de deux soies, car le microscope permet d'y apercevoir un trait longitudinal médian obscur. La région dorsale est couverte d'un duvet serré uni-

(1) *Annal. des Sc. nat.*, 2.e série, tom. 13. Pl. 3, fig. 1-4 (1840).

forme, enfumé ou gris de souris, sur un fond faiblement jaunâtre. Ce duvet rend le tégument imperméable. Une forte lentille amplifiante m'a fait reconnaître dans le duvet qui déborde les segments des poils bifides, parfois même étoilés.

Le segment antérieur du corps est arrondi, et, dans quelques circonstances favorables, comme par exemple un long séjour dans l'eau, il est débordé par une *lèvre* largement échancrée, terminée de chaque côté par un double *palpe* uni, articulé, ovalaire, absolument comme dans le *Cheilosia*. Je ne connais encore dans tout l'ordre des diptères que ces deux syrphides qui aient des palpes ainsi géminés. Le dernier segment du corps a une configuration singulière et caractéristique. Il se prolonge sur les côtés en un appendice tégumentaire allongé et pubescent qui flanque une sorte de queue intermédiaire.

Celle-ci, de la longueur de ces appendices, est indépendante du dernier segment qui la recouvre à son origine. C'est un étui subcorné, très-glabre, d'un châtain clair, comme tronqué ou du moins très-obtus à son extrémité, où s'ouvrent les deux *stigmates postérieurs*. Cet étui est évidemment formé par l'adossement, la soudure des deux tubes indiqués par une fine rainure médiane et renfermant le tronc ou la continuation de la grande trachée latérale. Les *stigmates antérieurs* situés à la région dorsale du premier segment sont tubuleux et terminés par un bout brun qui m'a paru simple.

2° Pupe.

Pupa ovoidea, fuscescens, pubescenti-asperula; dorso antice breviter bicornuto; appendicibus stigmatibusque posticis contractis subcoadunatis. Long. 7–8 mm.

Du 23 au 25 du même mois de juillet, les larves se transformèrent en véritables *pupes*, c'est-à-dire que leur peau se contracta, se ratatina et devint une coque pour la nymphe. Cette

pupe est très-grosse en avant et déclive en arrière. Au tiers antérieur de sa région dorsale se sont improvisées deux petites cornes courtes, brunes, glabres, distantes l'une de l'autre et vraisemblablement stigmatifères. Le duvet de la larve s'y reconnaît encore, mais avec des espèces d'aspérités. Il existe aussi des traces de segmentation. Enfin les stigmates postérieurs et les appendices sont rétractés, raccourcis, comme soudés ensemble.

3.° INSECTE PARFAIT.

Eumerus æneus. Macq. Histoire naturelle des Diptères, I.. p. 528. Eumère bronzé.

***Æneus, nitidus, villosulus ; facie albo-sericea ; abdominis segmentis tribus primis utrinque lineola subobliqua , alba; pedibus nigris, tibiis basi rufescentibus*.** Long. 6-8 mm.

Hab. in floribus St.-Sever. (Landes). *Lille. Macquart.*

Antennes noires, suivant M. Macquart, mais d'un blanc chatoyant dans les individus bien frais. Face à duvet soyeux blanc, surtout dans le mâle; vertex bronzé ou bleuâtre offrant dans ce dernier sexe un espace ovale, pointu en avant. Corselet à deux petites raies longitudinales blanchâtres, n'atteignant pas le milieu du dos. Ecusson demi-circulaire à bord tranchant, précédé d'une ligne enfoncée bien marquée. Abdomen du mâle à bout plus gros, convexe, recélant en-dessous l'armure copulatrice. Pattes noirâtres, avec la base de tous les tibias roussâtre. Cuisses de derrière renflées dans les deux sexes et garnies en-dessous, dans leur moitié postérieure, de très-petites spinules cachées par les poils. Tibias postérieurs arqués et renflés en massue. Ailes enfumées habituellement croisées.

Dans la première semaine d'août, une douzaine de ces Eumères naquit dans les bocaux qui renfermaient les pupes.

HISTOIRE CRITIQUE

DES

MÉTAMORPHOSES DE LA DROSOPHILA REAUMURII,

ET DESCRIPTION DE LA LARVE DE LA DROSOPHILA MACULATA,

Par M. Léon Dufour, Membre correspondant

§ I. DROSOPHILA REAUMURII.

Il est des erreurs qui se propagent parce qu'on adopte sans contrôle les assertions des hommes dont la réputation justement méritée et l'autorité imposante semblent un brevet d'infaillibilité. Une fois qu'une assertion de semblable origine est enregistrée comme un fait acquis à la science, on la respecte de génération en génération, ce qui n'empêche pas que l'erreur, en se perpétuant, ne demeure une erreur. Cette réflexion est surtout applicable à l'entomologie, où la petitesse des objets et le nombre toujours croissant des espèces rendent l'erreur facile à se glisser. Avant d'aborder le fait principal qui m'a suggéré cette idée et qui concerne l'insecte ailé d'une *Drosophile*, je vais exposer les trois métamorphoses de ce diptère.

1.° Larve, *pl.* 1, *fig.* 5-8.

Vers des petites mouches des liquides fermentés, etc. Réaum. Mém., tom. 5, p. 63. (Pl. 8., fig. 8-10.) (1).

(1) Ce qu'a dit Réaumur sur cette larve qu'il compare en petit aux vers de la viande est tout à fait insignifiant, et ses figures donnent une idée fort incomplète de la vérité.

Larva apoda, acephala, elongata, cylindroide, subglabra, albida ; segmento ultimo utrinque bispinoso ; stigmatibus anticis exsertis penicillatis; posticis in tubum productis. Long. 5 mm.

Hab. in copis putrefactis, etc.

Vers la mi-juillet 1844, je trouvai ces larves en grand nombre entre les squames d'un gros oignon pourri et acescent. Leur corps est ou blanchâtre ou subdiaphane, parfois atténué en avant. A l'œil nu ou même à une loupe ordinaire, cette larve paraît glabre, mais au microscope on constate sur les bords des segmens un faible duvet, et à leurs angles antérieurs, qui sont plus ou moins saillants, des aspérités spinuleuses dirigées d'avant en arrière, et tenant lieu de pseudopodes pour l'ambulation. On voit sur les côtés du dernier segment, deux épines dentiformes, pubescentes au microscope. Ce segment n'est pas dentelé comme celui des larves des *Dr. fasciata* et *maculata* que j'ai décrites et figurées dans mon *Mémoire sur les Larves fongivores* (1); mais il se prolonge en une sorte de tablier ovalaire entier. La lèvre est profondément échancrée, et ses lobes subtriangulaires se terminent par un palpe court, biarticulé.

Les stigmates, étudiés à une puissante lentille, présentent une structure fort remarquable. Les postérieurs, d'abord adossés, puis un peu divergens, se prolongent au-delà du corps en une sorte de queue formée par deux conduits tubuleux qui ne sont que la continuation plus consistante et comme parcheminée des deux grands troncs trachéens latéraux. Le bout ou l'ostiole de ces tubes offre un petit nombre d'aspérités dirigées d'arrière en avant, et qui concourent peut-être, avec les pseudopodes, à l'ambulation.

Les stigmates antérieurs ont une forme, une composition que je

---

(1) *Annal. des Sc. nat.*, 2.e série, tom. 12, p. 49, pl. 3.

ne vois signalées ni dans le beau travail spécial de Sprengel (1), ni dans aucun des ouvrages à ma connaissance, et qui s'est présentée pour la première fois à mes investigations. Ils font une légère saillie latérale entre le premier et le deuxième segments, et ressemblent, à la simple coupe, à un bouton subcorné obscur, terminé par un pinceau de très-fines soies. Un examen microscopique plus scrupuleux constate au bouton une sorte d'anneau d'une douzaine environ de tubes dont la ténuité surpasse celle d'un brin de soie, et dont quelques-uns paraissent plus courts que les autres. Ces tubes ne sont pas épanouis en éventail comme dans les stigmates de beaucoup de larves de diptères, et il est vraisemblable qu'ils sont percés au bout d'un pertuis ou ostiole respiratoire. Les trachées latérales qui se continuent avec le tronc ou la souche des stigmates sont courbées ou ondulées pour se prêter aux mouvements de ceuxci. J'ai représenté cette disposition. Ce tronc du stigmate est enveloppé d'une membrane propre qui le protége contre les agents extérieurs, et qui n'est qu'un dédoublement du tégument.

Depuis peu j'ai reconnu dans la larve de la *Drosophila fasciata* une structure analogue de stigmate antérieur, qui avait été incomplètement saisie par mon ami Perris lorsque j'ai publié les métamorphoses de cette espèce (2).

2.° Pupe, *pl.* 1, *fig.* 9.

Coque de la petite mouche, etc. Réaum. l. c. (Pl. 8, fig. 13-14.)

Pupa oblonga, cylindrica, castanea, glabra ; stigmatibus anticis productis, tubulosis ; posticis distinctioribus ; segmento ultimo utrinque bispinoso. Long. 4-5 mm.

La pupe, qui, comme on sait, n'est qu'une coque formée par

(1) *Cart. Sprengel. De partibus quibus insecta spiritus ducunt.* Lipsiæ, 1815.
(2) *Annal. des Sc. nat.*, 2.e série, tom. 12, p. 49, pl. 3, fig. 85-90.

la peau condensée, rétractée et brunie de la larve, ne diffère en effet de cette dernière que par sa couleur marron, sa solidité, son immobilité, un peu moins de longueur, la disparition de la lèvre, des pseudopodes et du tablier postérieur; par la saillie beaucoup plus prononcée des stigmates antérieurs, qui sont devenus tubuleux en conservant leur pinceau terminal; enfin par la disjonction plus prononcée des tubes stigmatiques postérieurs. La figure que j'en donne me dispense d'autres détails (1).

On rencontre la pupe au milieu de la pourriture de l'oignon. Peu de jours après sa formation, elle s'ouvre pour l'éclosion de l'insecte ailé. Cette ouverture s'opère par la dessoudure d'un panneau qui occupe son quart antérieur.

3.° Insecte ailé.

Drosophila Reaumurii, Drosophile de Réaumur.

Petite mouche des liqueurs sucrées et aigries, etc., Réaumur. Mém., tom. 5, p. 62. (Pl. 8, fig. 7, 11, 12.)

Pallida (nec fasciata nec maculata) oculis rubro-lateritiis; thorace vix rufescente; alarum nervis transversis nigris. Long. 2-3 mm.

Hab. in vegetabilibus putridis vel acescentibus.

Réaumur, il y a plus d'un siècle, décrivit, dans ses immortels mémoires, les métamorphoses d'une petite mouche vivant en grande quantité sur les matières qui subissaient une fermentation acide. Linnœus trouva aussi dans les mêmes conditions, en

(1) Quoique les figures citées de Réaumur soient grossièrement exécutées, elles représentent pourtant, sous la dénomination de *cornes*, les stigmates tant antérieurs que postérieurs, et sous celle de *pièce plate* ce que j'ai désigné sous le nom de *panneau* qui se dessoude.

Suède, une mouche de petite taille, et sans tenir compte des quelques mots du signalement spécifique de Réaumur, il ne balança pas à rapporter sa *Musca cellaris* à celle de notre observateur. Geoffroi, dans son histoire des insectes, adopta sans contrôle l'avis de Linnœus, et depuis lors tous les entomologistes ont enregistré *in verbo magistri* cette synonymie dans leurs ouvrages, malgré la découverte d'un grand nombre d'espèces de ce même genre.

C'est rendre à la science et aux savants un service réel, en même temps que c'est un acte de justice, de redresser une erreur de synonymie, quelle que soit son ancienneté, et de réintégrer un auteur dans ses droits, lorsqu'on a méconnu ceux-ci. La petitesse de l'objet en litige ne fait rien à l'affaire.

Citons dans l'espèce le texte de Réaumur. « Le corps et le » corselet de cette petite mouche sont jaunâtres. Ses yeux à » réseau sont d'un rouge qui n'est pas d'une belle nuance, mais » qui fait pourtant qu'on le remarque plutôt qu'aucune des » autres parties. » Que le lecteur veuille bien aussi se pénétrer du signalement spécifique que j'ai donné de notre Drosophile ! Vous le voyez, il n'est ici question d'aucune nuance de *noir*, et Linnée, dont les termes étaient toujours rigoureusement pesés, a dit de sa *Musca cellaris : Nigra, subpilosa, oculis ferrugineis ; alis nervosis*. Rien dans notre Drosophile ne justifie l'épithète de *nigra*, ni celle de *ferrugineo-fusca* que Geoffroi donne à sa *mouche du vinaigre* qui paraît être l'espèce linnéenne ; ni *abdomine nigro fasciis flavis*, de Meigen (1), qu'il attribue à sa *Drosophila funebris*, espèce à laquelle il rapporte la *M. cellaris*, L., ni le *thorace fusco, abdominis segmentis margine nigris* de la *M. erythrophthalma*, de Panzer (2), que Meigen confond, sans doute à tort, avec les synonymes de Linnée, de Réaumur, etc., ni l'*abdomen*

(1) *Dipt. eur.* tom. 6, n.° 82.
(2) *Faun. germ. fasc.* 17, fig. 24.

noir à bandes jaunes aux segments de la *Dros. cellaris*, de M. Macquart (1).

La couleur pâle de tout le corps et celle rouge de brique des yeux me donnent la certitude que mon espèce est celle de Réaumur, et qu'elle a été inconnue à tous les auteurs postérieurs à ce dernier, et même à Meigen, qui a décrit vingt-trois espèces du genre *Drosophila*.

§ II. DROSOPHILA MACULATA.

L'étude bien comprise des métamorphoses des insectes est appelée, n'en doutons pas, à prêter un puissant concours à la distinction des espèces et des genres. Lorsqu'en 1839 je publiai mes recherches sur la *Drosophila maculata* et sa chrysalide (2), je n'avais pas eu occasion d'observer sa larve. Je suis à même aujourd'hui de remplir cette lacune et de rendre par conséquent moins incomplète l'histoire de cette curieuse espèce, que M. Macquart, lorsque je la lui communiquai, soupçonnait devoir constituer un genre nouveau. Les détails que je vais exposer justifieraient l'idée de ce célèbre diptérologiste.

En général, les Drosophiles, tant à l'état de larves qu'à celui d'insectes ailés, habitent les matières végétales décomposées passant à une fermentation acide. C'est dans de semblables conditions que l'on rencontre la *D. Reaumurii*, dont je viens d'esquisser l'histoire, la *mouche du vinaigre*, de Geoffroi, la *Musca cellaris*, de Linnée, la *D. fasciata*, etc. Mais les larves de la *D. maculata* vivent dans la substance solide, sèche, friable et non fermentescible du *Boletus imbricatus*, de Bulliard, grand champignon parasite des vieux troncs de chêne. Cette différence dans le genre de vie en entraîne une remarquable dans la structure de certaines parties du corps. Ainsi les stigmates postérieurs de la larve de la *D. maculata* ne sont pas longs, tubuleux et débordants, et les antérieurs, au lieu de former, comme dans les

---

(1) *Hist. nat. des Dipt.*, tom. 2, p. 549.
(2) *Annal. des Sc. nat.*, 2.e série, t. 12, p. 50, pl. 3, fig. 91-96.

D. Reaumurii et *fasciata*, un tuyau terminé par un pinceau, un fascicule peu régulier de brins piliformes, tuyau qui persiste dans la pupe, sont composés d'une quinzaine de digitations étalées en un éventail arrondi.

Voici le signalement aphoristique de notre larve.

Larva apoda, acephala, cylindroides, glabra, albida, postice truncata; segmento ultimo in medio quadridentato, basi utrinque bidentato; stigmatibus anticis flabelliformibus, posticis haud exsertis brevissimis. Long. 5 mm. *Hab in boleto imbricato.* Bull.

Ce n'est guère que pendant l'immersion de la larve vivante dans l'eau d'un verre de montre, que l'on peut bien saisir la forme, la composition et la structure de ses extrémités. Le dernier segment du corps s'étale souvent alors en un tablier dont le contour offre au milieu quatre dents égales, sortes de papilles conoïdes, où le microscope constate de petites stries transversales, indice de leur contractilité, et, de chaque côté de sa base, deux autres dents inégales, dont la plus antérieure est presqu'insensible. Ces papilles deviennent des organes propres à favoriser la progression, la reptation dans les galeries ; ce sont des pseudopodes. Ce tablier est pareillement dentelé dans la larve de la *D. fasciata,* tandis qu'il est entier dans la *D. Reaumurii.* Quant aux stigmates postérieurs, ils ne dépassent pas le dernier segment et ils m'ont paru simples.

Le segment antérieur du corps, que généralement j'ai appelé *lèvre* parce qu'il est rétractile et terminé par deux *palpes* microscopiques biarticulés, est petit et entier, tandis qu'il est tronqué dans la *fasciata*, et bifide dans la *Reaumurii.* Ce sont là de bons caractères spécifiques.

La larve de la *D. maculata* habite particulièrement cette portion du bolet qui recouvre les tubes et qui finit pas être réduite en une vermoulure farineuse. En 1839, j'obtins en novembre des insectes ailés, tandis qu'en 1843, c'est dans le mois d'août qu'eut lieu l'éclosion du diptère. Cela prouve que dans la même année il y a deux ou plusieurs couvées.

EXPLICATION DES FIGURES.

(TOUTES FORT GROSSIES.)

Fig.

1 Larve de l'*Eumerus æneus*.

a Mesure de sa longueur naturelle.

2 Lèvre détachée avec les palpes géminés bi-articulés.

3 Un des segments du corps détaché pour mettre en évidence son duvet, sa spinule latérale, son pli transversal médian.

4 Pupe de cet *Eumerus*.

b Mesure de sa longueur naturelle.

5 Larve de la *Drosophila Reaumurii*.

c Mesure de sa longueur naturelle.

6 Portion détachée et étalée de sa partie antérieure.

a Lèvre bifide et palpes bi-articulés.

b Mandibules ou crocs rétractiles.

cc Stigmates antérieurs tubuleux et fasciculés.

dd Aspérités ambulatoires des angles antérieurs des segments.

Grandes trachées latérales.

Un stigmate antérieur détaché, avec le pinceau de ses ostioles.

Portion détachée de la partie postérieure.

aa Aspérités ambulatoires.

bb Epines dentiformes du dernier segment.

c Grandes trachées latérales.

d Leur continuation en stigmates tubuleux débordant.

e Tablier entier.

9 Pupe ou chrysalide.

d Mesure de sa longueur naturelle.

10 Larve de la *Drosophila maculata*, avec la lèvre et le tablier étalés.

e Mesure de sa longueur naturelle.

11 Un stigmate antérieur détaché, flabelliforme, avec ses quinze digitations.

12 Lèvre détachée entière avec ses palpes bi-articulés.

ÉTUDES

SUR

LA MOUCHE DES CERISES,

Urophora Cerasorum,

Par M. Léon Dufour, Membre correspondant.

Il y a plus de cent soixante-dix ans que dans son petit traité *de generatione insectorum* (1) le célèbre Redi nous donna l'histoire des métamorphoses de sa *Musca cerasorum*, dont les larves vivent dans les cerises. Il décrivit, il figura la larve, la chrysalide et l'insecte ailé. La plupart des auteurs modernes n'ont pas convenablement apprécié cette histoire, et se sont même permis contre tous les préceptes consacrés de changer une épithète spécifique si bien appropriée, si parlante, contre une autre fort insignifiante. Cette manie d'innovation, cet égoïsme d'auteur n'est pas seulement à mes yeux une grande irrévérence, mais une dangereuse perturbation introduite dans la nomenclature, un délit scientifique. Je suis du nombre de ceux qui se complaisent à honorer la mémoire de nos devanciers, des *magnates* de la science, comme disait Linnæus, et je viens revendiquer pour Redi des droits aussi respectables que justement acquis. Je veux également exercer un contrôle et sur le texte et sur les figures, sans perdre de vue dans mon appréciation la longue période d'années qui s'est écoulée entre ce profond observateur et nous.

(1) Fr. Redi patricii aretini, *Experimenta circa generationem insectorum*, Amstelodami, 1671.

Ce contrôle aura principalement pour but de prouver l'identité de l'espèce de Redi avec celle dont j'ai moi-même étudié les métamorphoses et de signaler quelques erreurs de synonymie.

En juillet 1840, j'observai un grand nombre de cerises peuplées par des vers, et au fond du panier qui les contenait, je recueillis beaucoup de pupes ou chrysalides, que je plaçai dans un bocal pour en attendre l'éclosion. Les insectes ailés naquirent dans les premiers jours de mai 1841.

Pour mettre de l'ordre dans ma petite dissertation, j'examinerai séparément la larve, la pupe et l'insecte ailé.

1.° Larve.

Redi ne nous apprend que peu de chose sur son compte; il se contente de dire *vermis candidus sine pedibus et coniformis*, et il renvoie à ce sujet à ce qu'il a exposé dans le commencement de son livre sur les larves de mouches. La larve de notre Urophore a effectivement la même forme générale, la même structure que celles de la grande division des muscides à laquelle appartient ce genre. Mais les exigences de l'époque actuelle rendent nécessaire un signalement plus explicite, et le voici :

Larva apoda, acephala seu pseudocephala, cylindrico-conoidea, albida, glabra, postice truncata integra ; stigmatibus anticis brevissime flabellatis, sexdecim digitatis ; posticis prominulis fuscis, ope microscopii tricuspidatis. Long. 5-6 mm. *Hab. in cerasis.*

Dans diverses publications sur les métamorphoses des diptères, j'ai appelé l'attention sur les caractères génériques ou spécifiques fournis par la composition et la structure des stigmates. Les antérieurs de ceux-ci sont fréquemment étalés en un éventail plus ou moins élégant dont le nombre des rayons varie. ceux de notre larve d'Urophore sont divisés en seize, ou peut-être dix-sept, digitations fort courtes, d'un gris blanc. Les stigmates postérieurs sont roussâtres, saillants, et le microscope dé-

couvre dans leur disque trois pointes assez distinctes qui se terminent sans doute par autant d'orifices respiratoires. Le dernier segment ou la troncature postérieure du corps, qui, dans beaucoup d'autres larves offre des dents plus ou moins nombreuses, est ici entier. Notre larve a, comme toutes ses congénères, des mandibules cornées, brunes, rétractiles. Quoique dépourvue de pattes proprement dites ou articulées, elle a cependant huit paires de ces mamelons ambulatoires que Latreille appelait des *pseudopodes*.

J'ai confirmé la remarque de Redi que chaque cerise n'a jamais qu'une seule larve. Suivant De Géer, celle-ci *consume uniquement le noyau ou l'amande*. Redi et Réaumur n'ont pas dit un mot de cette particularité et je déclare que j'ai toujours vu cette larve dévorer exclusivement la pulpe de la cerise et nullement le noyau. De Géer ne fournit aucune observation, aucun détail, ne cite aucune source à l'appui de son assertion, qui a été considérée à tort comme un fait positif par Fabricius et ses copistes.

2.° Pupe.

Lorsque la larve de notre Urophore a pris tout son développement, elle quitte sa demeure pulpeuse, *dimisso naturali ceraso*, comme dit Redi, pour se transformer en pupe, soit en s'enfonçant dans la terre, soit en se cachant sous les débris de sa surface. Cette pupe est formée, comme celle des autres muscides, par le ratatinement de sa propre peau qui, rompant peu à peu ses connexions organiques avec la nymphe en création, finit par devenir une coque inerte. C'est ce que le vénérable auteur précité a heureusement exprimé par *vermis sensim corrugatus ducto putamine*, etc. Voici le signalement de cette pupe :

Pupa nuda, ovoidea, albo flavescens, glabra, leviter segmentata, antice vix attenuata, postice punctis duobus fuscis prominulis, Long. 3-4 mm.

Hab. in terra vel sub quisquiliis.

Les deux points saillants du bout postérieur sont dus aux stigmates persistants de la larve. Sa couleur jaune est un trait fort remarquable, car presque toutes les pupes de muscides sont brunes ou marron. D'après ce que j'ai dit plus haut, on voit que les pupes de notre Urophore passent presque un an sans se transformer, et que ce n'est qu'aux approches de l'été qu'a lieu l'éclosion de la mouche. Redi n'a pas manqué d'exprimer le même fait.

3.° INSECTE AILÉ.

UROPHORA CERASORUM. Urophore des cerises.

Musca cerasorum. Redi, de gen. ins. p. 263 *cum fig.*

Mouche du bigarreau. Réaum. Mém. tom. 2, p. 477 et 510. (Pl. 38, fig. 17-23.)

Musca cerasi. Lin. syst. nat., éd. 12, p. 998.

Trypeta signata. Meig. dipt. eur. tom, 5, p. 332. (Pl. 49, fig. 4.)

Urophora signata. Macq., hist. nat. d. dipt. tom. 2, p. 458.

Nigra nitida, capite, antennis, thoracis vitta laterali, scutello, halteribus, tarsis tibiisque luteo-flavescentibus; alis basi testaceis, fasciis quatuor strigaque parva costali nigris, extremis duabus antice connexis; femoribus nigris apice lutescentibus. Long. 4-5 mm.

Redi, dans la description de sa mouche, dit, et c'est la vérité, que les poils de la tête et du corselet sont rares, tandis que ceux de l'abdomen sont plus serrés. En disant : *In dorso semi-circulus apparet aurei coloris*, il a entendu parler de l'écusson qui a en effet cette forme et cette couleur. La tête de sa mouche, comme celle de la nôtre, est aussi jaune, soit en avant, soit entre les yeux. *Oculi rubent, lineâ cincti aureâ*, dit-il. Dans tous nos individus, les yeux sont d'un vert métallique, mais il y a des

reflets cuivrés qui peuvent justifier l'expression de *rubent*, et il est possible qu'une loupe attentive découvre une fine bordure jaune dans leur pourtour. Les ailes, d'après Redi, sont marquées *maculis aliquot transversalibus*, mais le peintre aura mal rendu ce trait, puisqu'il représente un nombre de raies peu en rapport avec le terme *aliquot* et bien supérieur à celui de notre Urophore. Le peintre a encore commis la même erreur pour le nombre des anneaux de l'abdomen. Ce sont là des fautes de l'époque qu'il faut savoir apprécier. Enfin, Redi termine sa description en disant que les pattes sont *nigros et pilosos ac circa juncturas auro decoratos*. Confondait-il dans l'expression *juncturas* les tibias et les tarses ? Je suis porté à le croire. Ici le dessinateur semble avoir corrigé le texte, car les tarses, les tibias et l'extrémité des cuisses sont claires, tandis que la majeure partie de ces dernières est noire. C'est ainsi que sont les pattes dans notre Urophore. Je conclus de ce parallèle que la *musca cerasorum* de Redi est identique à celle que j'ai obtenue des larves de nos cerises.

Réaumur, en parlant du *ver du bigarreau*, cite l'histoire des métamorphoses de ce ver par Redi, et quoique notre célèbre interprète de la nature ait vu par lui-même et la larve, et la pupe, et la mouche, assez grossièrement représentées dans son mémoire, il a été pour les détails descriptifs d'une sobriété qu'on lui a souvent reprochée avec quelque raison. Peut-être aussi qu'étant convaincu de la similitude de son espèce avec celle de Redi, il n'a pas jugé à propos d'insister sur sa description. Les taches des ailes sont bien plus rapprochées de celles de notre Urophore que dans la figure de Redi; mais le dessinateur de Réaumur a été loin d'avoir bien imité la nature. Toutefois, j'ai la conviction intime que Réaumur a eu sous les yeux la même espèce que Redi et moi.

Linnœus donne de sa *musca cerasi*, à laquelle il rapporte le synonyme de Redi, dont il altéra sans motif la dénomination spécifique, un signalement qui s'adapte à notre Urophore.

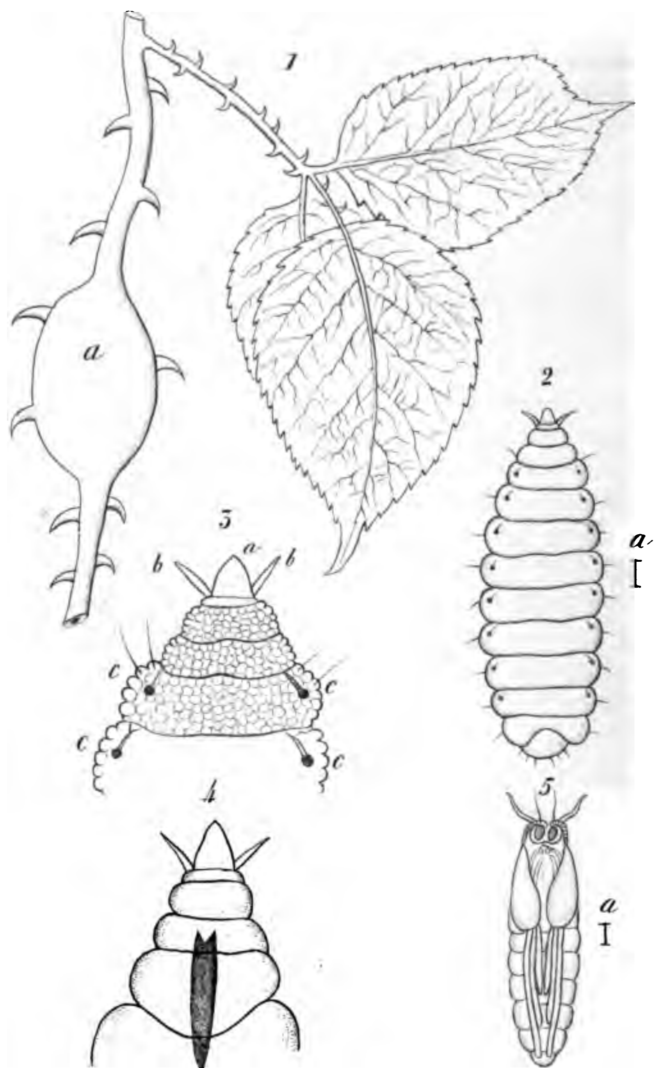
De Géer (1) décrit sous le nom de *mouche des bigarreaux* une espèce pour laquelle il cite Redi, Réaumur et Linnœus. Mais il y a dans sa description des traits qui ne sauraient convenir à l'espèce légitime. Il donne à sa mouche un abdomen et un corselet roux et des bandes *ondées* et *brunes* aux ailes, caractères qui l'éloignent de celle des trois auteurs précités et de l'Urophore dont j'ai étudié les métamorphoses. C'est de ce moment que date la confusion qui s'est glissée dans les ouvrages postérieurs à De Géer relativement à cette espèce. Latreille a partagé et propagé l'erreur du Réaumur suédois (2). L'espèce de De Géer est donc encore, à parti prendre, dans la nomenclature moderne, et peut-être est-elle, sans désignation de ce synonyme, mentionnée dans les nombreuses espèces de Meigen et de M. Macquart.

Frappés sans doute de cette dissidence de signalements entre l'espèce de De Géer et celle de Linnœus et de Fabricius, les diptérologistes modernes, tels que Meigen, MM. Robineau-Desvoidy, Macquart, etc., ont cru trancher la difficulté ou se sauver de leur embarras en gardant le silence le plus absolu sur la *musca cerasorum* de Redi et de Réaumur, que je m'efforce aujourd'hui d'exhumer, et on ne trouve nulle part dans leurs ouvrages la *musca cerasi* de Linnœus et de Fabricius. Meigen, se prévalant de de son autorité, a fait table rase de toute synonymie et a inauguré son *trypeta signata*, qui ne diffère pas spécifiquement de la mouche de Redi.

---

(1) *Mém.*, tom. 6, p. 50.

(2) *Dict. d'hist. nat.*, nouvelle édit., art. *Téphrite.*



1. Rubus. 2-5. Lasioptera picta (larva, nympha.)

L. Duf. del.

Lith. de Mounier Lille

MÉMOIRE

Pour servir à l'histoire des

MÉTAMORPHOSES DES TIPULAIRES

Du genre Lasioptera,

Par M. Léon Dufour, Membre correspondant.

Réaumur, dans ses inimitables mémoires, a décrit et figuré la galle des tiges de la ronce (1), et en parlant des habitants de cette galle, il a fait connaître une larve dont il n'avait pas observé l'insecte ailé, qu'il supposait, avec raison, appartenir à un diptère. L'ouvrage de Meigen sur les diptères renferme le signalement et une bonne figure d'une petite tipulaire, alors nouvelle, désignée sous le nom de *lasioptera picta* (2); mais cet auteur ignorait ses métamorphoses et ne se doutait pas qu'elle provenait de cette larve dont Réaumur avait donné l'histoire incomplète. Je suis heureux d'être appelé à combler la lacune et de l'immortel historien des insectes et du célèbre diptérologiste. De Géer, l'émule de Réaumur, a exposé en détail les métamorphoses d'une autre espèce de *lasioptera*, sa *tipule des galles du genévrier* (3), *(tipula juniperina)*, qui paraît avoir été peu ou mal étudiée par les entomologistes modernes. J'ai aussi mentionné, dans un mémoire sur les larves et les nymphes de quel-

(1) *Mém.*, tom. 3, p. 425 ; pl. 36, fig. 1-5.
(2) *Dipt eur.*, tom. 1, p. 89 ; tab. 3, fig. 3.
(3) *Mém.*. tom. 6, p. 404 ; pl. 25, fig. 7-21.

ques Cécidomyies (1), celles d'une espèce nouvelle de *lasioptera (saliciperda)*. M. le professeur Gené, de Turin, a publié un mémoire sur les métamorphoses d'une *Cecidomyia hyperici* qui pourrait bien appartenir au genre *lasioptera* (2). Telle est, je crois, la situation actuelle de la science sur les métamorphoses de ce genre de diptères.

Dans les premiers jours de mai 1843, je rencontrai aux environs de Saint-Sever une tige de ronce avec une excroissance sphéroïdale que je reconnus aussitôt pour la galle précitée de Réaumur. Elle avait la grosseur d'une petite noix, une dureté ligneuse, et offrait çà et là de rares piquants semblables à ceux dont était armé le reste de la tige. Cette tubérosité est, ainsi que la plupart des autres galles, le résultat d'une irritation nutritive, une véritable hypertrophie du tissu végétal; c'est une sorte d'exostose. D'après le témoignage de Réaumur et les figures de son mémoire, ces excroissances sont ou régulièrement placées dans l'axe de la tige, ou excentriques et unilatérales. Elles varient pour leur configuration, leur grandeur et leur surface inerme ou épineuse. L'intérieur de ces galles offre des galeries irrégulières et confluentes, plutôt que des cellules, habitées par les larves qui peuvent ainsi passer d'une loge à une autre et se rencontrer, se visiter réciproquement. Mais quoique profondément incarcérées dans une sphère dure et hermétique, ces larves, propriétaires légitimes de la galle, n'en sont pas moins exposées à devenir victimes de cruels ennemis, et Réaumur parle de vers parasites d'hyménoptère qui les font souvent périr. Ces vers appartiennent sans doute à des larves d'*eulophus* ou de *cynips*, analogues à celles que j'ai moi-même observées dans les galles du *verbascum* et de la *scrophularia*, et dont je ne tarderai pas à publier la curieuse histoire.

---

(1) *Annal. des Sc. nat.*, 2.e série, tom. 16, p. 262.

(2) *Act. Acad. de Turin*, tom. 36.

Suivant mon habitude, je vais exposer successivement la larve la nymphe et l'insecte ailé de la *lasioptera picta.*

1.° Larve.

Larva apoda, acephala (seu pseudocephala), ovato oblonga, glabra, aurantiaca, ope microscopii asperula, antice subattenuata, postice rotundata; segmento antio minimo utrinque seta rigida antenniformi instructo. Long. vix 3 *mm.*

Hab. in gallis caulium Rubi fructicosi.

Elle a une forme ovalaire plus ou moins oblongue, suivant son degré de contraction; mais je ne l'ai jamais vue aussi allongée que celle représentée par Réaumur. Elle est modérément convexe en-dessus, un peu plane en-dessous, composée de douze segments, non compris le pseudocéphale (1). La couleur orangée ou tomate tient au tissu adipeux splanchnique. Elle paraît glabre; toutefois, une lentille forte et scrupuleuse décèle un poil fort court au milieu du bord látéral de chaque segment, et cinq ou six au dernier. Celui-ci est arrondi. Non seulement cette larve est apode, elle est aussi entièrement dépourvue de ces mamelons ambulatoires ou pseudopodes qui s'observent dans un grand nombre de larves de diptères et que j'ai fait connaître dans mes mémoires sur les larves fongivores. Nous allons voir par quel ingénieux moyen la Providence, toujours si attentive à la conservation de ses plus minimes créatures, a su suppléer à l'absence de ces pseudopodes. Indépendamment de la texture souple et fort contractile du corps, si propre à favoriser les mou-

(1) L'étude d'un assez grand nombre de larves appartenant à tous les ordres d'insectes m'a permis de les distinguer, au moins jusqu'à ce jour, en *céphalées*, *hémicéphalées*, *pseudocéphalées* et *acéphalées*. Dans les pseudocéphalées, où sont comprises les larves des populeuses Muscides, il n'existe qu'un simulacre de tête, un petit segment antérieur plus ou moins rentré dans le corps, muni ou d'antennes rudimentaires ou de palpes et de mandibules rétractiles.

vements de reptation, la région dorsale des teguments présente au microscope une curieuse structure dont la destination fonctionnelle n'est pas difficile à déduire. Cette région est toute couverte d'aspérités granuleuses formant une peau de chagrin, une véritable râpe qui sert soit à comminuer la substance de la galle pour la nourriture de la larve, soit à creuser les galeries, soit enfin à la locomotion.

Le pseudocéphale a la texture et la couleur tégumentaires. Plus ou moins triangulaire ou oblong, il est fort rétractile et disparaît parfois presqu'entièrement en s'invaginant dans le segment qui le suit. Il offre de chaque côté en arrière une sorte de pointe fine, raide, inarticulée, piliforme, qu'on ne saurait appeler ni antenne ni palpe. Elle a échappé à Réaumur. De Géer (ou son dessinateur) l'a très-bien saisie et figurée dans la larve du *lasiopterajuni perina*, mais il n'en fait pas mention dans le texte. Ce n'est peut-être qu'une soie. Je n'ai pas pu examiner la structure de la bouche, à cause de sa petitesse, et je n'y ai découvert aucune trace de ces palpes qui existent dans la plupart des autres larves pseudocéphalées de diptères. A la région inférieure et à la ligne médiane du corps, il y a constamment une lame allongée, cornée, brune, bifide à son bout antérieur. Quoique placée à une certaine distance du pseudocéphale, je la considère comme un vestige intéressant de ces mandibules intérieures et rétractiles qui s'observent dans plusieurs larves dépourvues de véritable tête et dont j'ai exposé la composition et la structure dans un mémoire sur les métamorphoses du *Piophila petasionis*, tout récemment présenté à l'Académie des Sciences. Réaumur a décrit et figuré cette lame sous le nom de *trait brun corné*. Son bout antérieur ou bifide, qui ne semble que le rudiment des crochets mandibulaires, atteint seulement la moitié du second segment et m'a paru tout-à-fait saillant à l'extérieur, tandis que le reste est intérieur ou sous-cutané.

On comprend sans peine combien il est difficile de constater

l'existence des stigmates dans une larve qui a à peine trois millimètres de longueur. Après bien des explorations infructueuses, je crois cependant les avoir saisis sur un individu immergé dans l'eau depuis deux jours et néanmoins encore vivant. Les cobules adipeux orangés se retirent alors vers l'axe du corps et laissent voir aux côtés des segments leur diaphanéité. Ces ostioles respiratoires se présentent sous la forme de points noirâtres placés non loin de l'angle antérieur des festons segmentaires, et l'on peut même entrevoir la trachée qui y aboutit ou qui en part. Mais je ne les ai constatés qu'aux huit segments qui suivent le second. Les deux premiers, le pseudocéphale non compris, et les deux derniers ne m'en ont pas offert, en sorte qu'il n'y aurait en tout que huit paires de stigmates. J'avais déjà, dans mon mémoire précité sur les métamorphoses des cécidomyies, fait connaître une semblable disposition dans la larve de la *cécidomyie du pin maritime*, et l'on sait que ce dernier genre est contigu au *Lasioptera*. Malgré tout, je ne me dissimule point que ce nombre, cette situation un peu insolites des stigmates, surtout quant aux segments thoraciques, n'aient besoin de nouvelles constatations.

2.° NYMPHE.

Nympha nuda, obvoluta, glabra, oblonga, fuscescens, ventre pectore que pallide aurantiacis, thorace gibbo, cornubus duobus flexuosis armato. Long. 2 1/2 mm.

Plus étroite et un peu plus courte que la larve, la nymphe habite avec cette dernière dans la galle. Le contour occipital de la tête est bordé par les antennes qui lui forment un bourrelet, et il existe deux longs poils entre leurs points d'insertion. Les ailes, rabattues sous le corps, occupent à peine le tiers antérieur de celui-ci et ont une teinte noirâtre opaque. Le corselet a sa région dorsale armée de deux cornes raides, subflexueuses, qui font peut-être l'office de vrilles pour perforer les dures parois de la galle,

lors de l'éclosion de l'insecte ailé. J'eus d'abord l'idée que ces cornes thoraciques n'étaient que des stigmates tubuleux analogues à ceux que j'ai déjà signalés dans la nymphe singulière de la *Phora helicivora* (1), et cette opinion recevait une sanction respectable de l'autorité de de Géer, qui, il y a déjà plus de cent ans, avait avancé que les cornes de la nymphe de la *Lasioptera juniperina* pouvaient être des organes de la respiration. J'avoue que je demeure encore flottant entre ces deux attributions physiologiques. Obligé, pour l'étude de la seule galle de la ronce que j'aie eue à ma disposition, de l'ouvrir, de la diviser, j'ignore par quelle manœuvre l'insecte ailé, si inoffensif, si faible, si fragile, peut sortir de sa ligneuse prison. S'il est permis d'invoquer les lois de l'analogie dans un genre tout voisin, je dirai que dans la cécidomyie du verbascum, la nymphe, dont le thorax a aussi deux pointes cornées, mais conniventes et dirigées en avant suivant l'axe du corps, se trouve au moment de l'éclosion engagée jusqu'à l'abdomen dans un trou des parois de la galle, de manière que tout le corselet étant en dehors, et comme à la fenêtre, sa région dorsale peut s'entr'ouvrir ou se déchirer à la naissance de la frêle tipulaire qui prend facilement son essor. Réaumur qui, je le répète, n'a pas connu l'insecte ailé de sa galle de la ronce n'a pas pu nous éclairer sur ses moyens d'évasion. Quant à la galle du genévrier, qui est d'une nature très-différente de celle de la ronce, puisqu'elle est tendre et enveloppée par trois feuilles de la sommité des branches, de Géer nous apprend que lors de l'éclosion de la lasioptère, la dépouille de la nymphe demeure engagée entre les feuilles.

Les pattes dans notre nymphe sont toutes étendues sur un même plan, et les postérieures atteignent le bout de l'abdomen, qui est arrondi et inerme.

---

(1) *Mém. de la Soc. roy. des Sc. de Lille*, 1842.

3.° Insecte ailé.

Lasioptera picta. Meig. dipt. eur., tom. 1 p. 8, tab. 3, fig. 3.

Lasioptère peinte. Macq. hist. nat. des dipt., tom. 1, p. 163.

Nigrescens, antennis nigris 24 articulatis ; thorace antice lateribusque, scutello, abdominisque fasciis dorsalibus subinterruptis, niveo-tomentoso-sericeis ; alarum costa nigra puncto in medio basique niveis ; pedibus albo nigroque variis ; tarsorum articulo primo brevissimo. Long. vix 2 1/2 *mm.*

Il faut étudier ce petit diptère vivant et frais pour se faire une juste idée de l'élégance de sa parure. Je ne connais rien de plus mignon. Tête inclinée, ronde, bien circonscrite, couverte d'un duvet soyeux blanc avec les yeux noirs. Palpes pâles, filiformes, assez longs, glabres. Antennes noires, redressées en arrière pendant la vie, composées, dans le mâle comme dans la femelle, de 24 articles globuleux, sessiles, fort rapprochés, hérissés. Corselet noir ou brun avec le bord antérieur, les côtés et l'écusson d'un blanc cotonneux lustré, soyeux. Abdomen noirâtre avec sa base et trois ou quatre bandes transversales, plus ou moins interrompues au milieu, d'un blanc soyeux. Ailes velues et, en outre, frangées de longs poils au bord postérieur ; leur bord antérieur, ou la côte, très-noir avec la base et un point vers le milieu blancs. Balanciers gros, ovoïdes, blanchâtres. Pattes grêles et fragiles, variées de blanc et de noir ; genoux toujours blancs. Tarses intermédiaires et postérieurs tout-à-fait blancs dans le mâle ; premier article fort court dans tous les tarses.

La *Lasioptera picta* est née, dans mes bocaux, dans la seconde quinzaine de mai.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig.

1 Branche de ronce où se voit en *a* la galle.

2 Larve de *Lasioptera picta* fort grossie.

a Mesure de sa longueur naturelle.

3 Portion antérieure de cette larve vue par sa région dorsale et bien plus considérablement grossie, pour mettre en évidence sa texture chagrinée ou granuleuse et ses stigmates.

a Pseudocéphale.

bb Soies antenniformes.

cccc Stigmates.

4 Portion antérieure de la même larve vue par sa région ventrale, pour mettre en évidence la lame mandibulaire brune.

5 Nymphe fort grossie vue par sa région ventrale.

a Mesure de sa longueur naturelle.

NOUVELLE NOTICE

SUR

QUELQUES PLANTES CRYPTOGAMES

RÉCEMMENT DÉCOUVERTES EN FRANCE,

Par M. J.-B.-H.-J. DESMAZIÈRES (1), Membre résidant.

Communiquée à la Société, dans sa séance du 7 mars 1845.

CONIOMYCETES.

URDEO FALLENS, *Nob.*

U. maculis obliteratis. Acervulis hypo-rarius epiphyllis, numerosis, sparsis, subrotundis, rufis, epidermide rupta cintis. Sporulis subovatis, pedicello albo, brevi instructis, episporio tenuissime verrucoso. Habitat in foliis trifoliorum. Æstate.

Cette espèce, confondue jusqu'ici avec l'*Uredo apiculosa*, Var. *Trifolii*, en diffère par ses pustules plus petites, ordinairement plus nombreuses, d'un brun plus pâle; enfin, par ses sporules couvertes de petites verrues, et d'une couleur plus foncée lorsqu'on les examine au microscope. M. Decandolle fait remarquer, avec raison, que son *Uredo Trifolii* boursoufle ou recroqueville

(1) Nous publions dans cette notice, les plantes cryptogames nouvelles, découvertes en France, pendant l'année 1843, soit dans nos herborisations particulières, soit dans celles faites par notre savant ami, M. Roberge, qui veut bien soumettre à notre examen tout ce qu'il trouve aux environs de Caen. Nous lui témoignons de nouveau et publiquement ici, notre reconnaissance, pour le zèle et les soins éclairés qu'il apporte dans la récolte des espèces intéressantes dont il enrichit nos fascicules cryptogamiques. Par ses connaissances et son activité constante, il augmente une collection à laquelle nous avons voué tout notre temps.

souvent les organes qu'il attaque : celui que nous signalons ici ne les défigure jamais. Nous l'avons trouvé aux environs de Lille.

CONIOTHECIUM BETULINUM, *Corda, Icon. fung.* 1, *p.* 2, *f.* 25.

Nous trouvons ce *Coniothecium*, en hiver et au printemps, sur les rameaux secs du Bouleau encore attachés à l'arbre. Il paraît moins abondant que le *Coniothecium amentacearum*, que nous avons mentionné dans ces Mémoires (1842, p. 110), ses pustules sont solitaires et éparses ; elles croissent sous l'épiderme qui s'ouvre pour leur liver passage. Leur grandeur varie beaucoup, mais n'atteint jamais plus d'un millimètre de diamètre. Elles sont convexes, d'abord verdâtres, puis d'un brun foncé et enfin noires. Les sporules sont irrégulièrement globuleuses, conglutinées en petit nombre, et semi-opaques ; leur grandeur est aussi variable, mais, terme moyen, elle peut être évaluée à 1/200 de millimètre.

CONIOTHECIUM PHYLLOPHILUM. *Nob.*

C. atrum, hypophyllum, minutum, tenue, maculæformis. Sporulis conglutinatis, minutissimis, globosis, fuscis, semihyalinis. Occurrit in foliis siccis Quercus. Hieme.

Nous avons observé ce *Coniothecium* à la face inférieure des feuilles sèches du Chêne. Il y forme de petites taches noires et nombreuses qui, vues à la loupe, sont composées elles-mêmes d'autres petites taches ponctiformes ; en sorte que, au premier coup-d'œil, on peut trouver entre cette espèce et le *Sphæria maculæformis*, une certaine ressemblance de disposition. Les sporules, la plupart conglutinées, sont brunes, semi-diaphanes, très-inégales en grosseur, mais toujours prodigieusement petites, puisque le diamètre des plus grosses n'excède guère 1/200 de millimètre.

FUSARIUM SUBTECTUM, *Rob.*

F. epiphyllum, sparsum, minutum, rotundatum vel oblongum, subplanum, incarnatum, epidermide tectum, dein erumpens, convexum, gelatinosum, aurantio-rubrum. Sporidiis rectis, oblongo-ovoideis, utrinque acutiusculis, subfusiformibus. Maculis vel sporulis 2, opacis. Hab. in foliis exsiccatis Arundinis arenariæ. Æstate. Nob.

Cette production habite, en été, la face supérieure des feuilles sèches du Roseau des sables. Elle est d'abord cachée sous l'épiderme qu'elle soulève, mais qui la recouvre presque toujours. En cet état, elle apparaît comme des taches couleur de chair, tirant légèrement sur le rouge orangé. Plus tard, ces taches se gonflent par l'humidité, et finissent quelquefois par déchirer cet épiderme, au-dessus duquel elles se montrent comme des tubercules arrondis ou oblongs, qui n'excèdent jamais un millimètre de diamètre. Alors, la couleur de la plante, ainsi découverte, est d'un rouge orangé beaucoup plus vif, et si l'humidité continue, les tubercules se résolvent promptement en gélatine qui, soumise au microscope, se compose de sporidies excessivement petites (1/200 de millimètre), droites, ovales-oblongues, pointues aux extrémités qui sont bimaculées ou qui, si l'on veut, contiennent deux sporules globuleuses et opaques. M. Roberge a récolté ce petit champignon à Lyon-sur-Mer (Calvados.)

HYPHOMYCETES.

FUSISPORIUM SOLANI TUBEROSI, *Nob.*

F. acervulis tuberculæformibus, convexis ochroleuco-griseis, demum effusis, tremellinis; floccis candidis, ramosis, tenerrimis, evanescentibus. Sporidiis copiosis, fusiformibus, rectis vel subcurvatis, hyalinis, 3-5, septatis. Hab. in tuberibus putridis Solani, in cellis passim. Hieme.

Comme son nom l'indique, ce *Fusisporium* se développe sur les pommes-de-terre; nous l'avons observé en hiver, sur celles qui pourrissent dans les caves où on les tient enfermées. Il se montre sous la forme de verrues ou mamelons légèrement enfoncés, mais très-protubérants au dehors, convexes et de deux à quatre millimètres de diamètre. Ces verrues sont éparses ou confluentes, charnues, d'une couleur chamois sale ou grisâtre, et d'un aspect humide, gras, presque trémelloïde. Quelquefois elles se déforment en s'étendant comme une gelée. Dans le jeune âge, elles sont en partie recouvertes et entourées d'un léger duvet blanc, formé par des filaments couchés, hyalins, rameux, cloisonnés, d'environ 1/200 de millimètre d'épaisseur, et qui s'étendent circulairement et en rayonnant. Ces filaments ont un, deux et souvent trois millimètres de longueur. Les sporidies ont environ 1/30 de millimètre de longueur; elles sont fusiformes, hyalines, droites ou un peu arquées, et pourvues de trois, rarement cinq cloisons transversales.

Le *Fusisporium Solani*, de M. Martius, ne nous étant connu que d'après la description incomplète que l'on en trouve dans les *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences* (16 août 1842), et dans les *Ann. des Sc. nat.* (sér. 2, tome 18, p. 141), nous ne pouvons nous prononcer sur son identité avec le nôtre. Toutefois, nous ferons remarquer que ce dernier ne prend pas naissance à l'intérieur et dans le tissu de la pomme de terre, comme celui qui, suivant le professeur de Munich, occasionne la maladie nommée en Allemagne *gangrène sèche de la pomme-de-terre*. Après son apparition à l'extérieur, notre hyphomycète ne pénètre pas non plus dans les tissus du tubercule. La cryptogame de M. Martius est produite par des pommes-de-terre qui se dessèchent et durcissent, tandis que nous ne trouvons la nôtre que sur des tubercules très-humides et qui commencent à se pourrir; enfin, les conditions pour le développement de cette dernière paraissent analogues à celles nécessaires pour le dé-

veloppement du *Fusisporium Betæ*, que nous avons fait connaître sur les racines putréfiées de la Betterave, du *Periola tomentosa* et du *Sphæria Solani*, que l'on trouve également sur les pommes-de-terre en décomposition.

Quoique les sporidies du *Fusisporium Solani tuberosi* soient distinctement cloisonnées, leur conglutination en strate plus ou moins étalé, trémelloïde et entouré de filaments libres et rampants, ne permet pas de séparer cette hyphomycète du *Fusisporium Betæ*, et de plusieurs autres espèces congénères, pour la rapporter au genre *Trichothecium*, ou à un autre de l'ordre des *Bactridiacées*. M. Fries, du reste, admet dans le genre *Fusisporium*, la possibilité de sporidies cloisonnées, puisqu'il dit, dans son *Systema orbis vegetabilis : Sporidia simplicia vel obscure septata*, et dans le *Systema mycologicum : Septa nulla vel evanescentia*. C'est aussi l'opinion que notre savant ami, le Rév. Berkeley, a émise, contrairement à celle de M. Link, dans le *British fungi*.

PSILONIA PELLICULA. *Nob.*

P. hypo et epiphylla, sparsa, subrotunda, oblonga vel effusa, incarnata; villo in pelliculam albam contexto. Sporidiis oblongis rectis; sporulis vel maculis 2, opacis. Hab. in foliis exsiccatis Caricum variarum et Luzulæ maximæ. Vere.

Psilonia Luzulæ, Lib. Crypt. ard.

Cette espèce s'annonce, au printemps, par de petites et légères pellicules blanches et superficielles, composées de filaments feutrés. Sur chacune d'elles se développe un tubercule de forme et de grandeur variables, le plus souvent étalé, mince, de couleur de chair très-prononcée, tirant quelquefois sur le rouge. Il est ordinairement plus pâle et un peu byssoïde sur les bords. Son étendue ne dépasse guère un millimètre; mais quand il est allongé, il peut atteindre trois millimètres de longueur. Les sporidies son

droites, quatre à cinq fois plus longues qu'épaisses, et d'environ 1/160 de millimètre de longueur; à chacune de leurs extrémités, on remarque, non sans quelque difficulté, une sporule ou macule opaque.

Mlle. Libert a découvert la première cette espèce, mais comme le nom spécifique qu'elle lui a donné est par trop restrictif et qu'il ne figure pas encore, du moins à notre connaissance, dans les auteurs, nous avons pensé qu'il était utile de le changer, et, à cette occasion, nous ne saurions trop engager les Mycétologues qui ont à décrire des espèces épiphytes, à éviter, autant que possible, ces noms qui peuvent impliquer contradiction. Cette remarque, dont nous n'avons pas su profiter pour nous-mêmes, en créant le *Psilonia Arundinis*, nous engagerait à substituer de suite un autre nom à cette espèce, si déjà elle n'avait été reproduite par MM. Duby, Fries, Berkeley et plusieurs autres auteurs. Quoi qu'il en soit, cette dernière espèce n'a point encore été trouvée ailleurs que sur le Roseau. Assez rapprochée de celle qui nous occupe, on l'en distinguera facilement à ses filaments qui ne forment pas pellicule, et à ses sporidies plus courtes (1/200 de millimètre), et plus grosses, approchant à peu près de la forme ovoïde.

GASTEROMYCETES.

ERYSIBE TRIDACTYLA, *Nob.*

Alphitomorpha tridactyla, Wall. Comp. fl. germ. 2, p. 753.

Nous avons observé cette espèce, en été, sur le *Prunus spinosa*, que l'on trouve fréquemment dans les haies. Elle aura probablement été confondue jusqu'ici avec l'*Erysibe adunca*, var. *Prunastri.*

ERYSIBE LENTICULARIS, var. CARPINI, *Nob.*

Erysiphe guttata, b., *Carpini*, Fr. Syst. myc., 3, p. 246. — *Alphi-*

tomorpha lenticularis, var. *Carpini*, Wall. Comp. fl. germ. 2, p. 759.

Cet *Erysibe* croît, en automne, à la face inférieure des feuilles tombées du Charme. Nous ne le trouvons signalé dans aucune Flore de la France.

SCLEROTIUM UMBILICATUM, *Rob.*

S. *epiphyllum, minutum, sparsum, badium, intus concolor; primo tectum orbiculare, convexum, dein nudum, umbilicatum, rugosum. Ad folia dejecta Castaneæ. Hieme. Nob.*

Quoique nous ayons fait notre phrase diagnostique sur le sec, nous la croyons exacte. Voici, du reste, la note dont M. Roberge a accompagné cette espèce en nous l'adressant. « Elle croît sur » les feuilles sèches du Châtaignier. Quand ces feuilles sont » humides, elle se fait mieux apercevoir au toucher qu'à l'œil » nu ; les tubercules gonflés rendent alors la face supérieure du » support raboteuse, et le doigt en indique la présence, quoique » les yeux ne les distinguent point, leur couleur étant la même, à peu près, que celle de la feuille. A l'état sec, ils sont très- » applatis et peu sensibles au toucher. Ces tubercules naissent » à la face supérieure, sous l'épiderme, auquel ils n'ad- » hèrent point : ils sont fixés par leur centre au paren- » chyme. Ils doivent finir par déchirer l'épiderme, mais ils ne se » montrent bien à nu que quand on l'enlève, ce qui est très- » facile lorsque le support est humide. En le soulevant, ils » paraissent au milieu d'une tache pâle et blanchâtre. Ils sont » épars, seulement convexes en-dessus, d'abord arrondis et ré- » guliers, puis un peu irréguliers, creusés au centre, et ridés du » centre à la circonférence. Ils sont un peu ovales lorsqu'ils » croissent sur les nervures. Leur couleur est roussâtre à l'exté- » rieur comme à l'intérieur ; je ne pense pas qu'ils deviennent » jamais noirs. Leur plus grand diamètre est d'un millimètre. » Trouvée au parc de Lébisey, près de Caen, en janvier » 1843. »

La substance interne de ce *Sclerotium* nous a paru d'une couleur plus pâle que celle de sa surface extérieure. Si on l'humecte légèrement et que, l'œil armé d'une loupe, on l'examine en regard de la lumière et par transparence, on distingue très-facilement tous ses tubercules, nichés dans le parenchyme de la feuille, à leur couleur rousse et rougeâtre très-brillante.

SCLEROTIUM SPHÆRIÆFORME, *Lib. Cuypt. ard.* N.° 237 !

S. erumpens, subglobosum, multiforme, e fusco-nigrùm, intus album, plicis transversis aut concentricis distinctum, interdum mamillosum. In caulibus Brassicæ oleraceæ rubræ exsiccatis. Lib.

Cette espèce curieuse, décrite pour la première fois, en 1834, par Melle. Libert, dans ses *Plantes cryptogames des Ardennes*, appartient également à la France. Nous l'avons reçue de M. Prost, mêlée au *Sphæria olerum*, et nous en trouvons un échantillon dans notre exemplaire des *Stirpes* des Vosges, au N.° 1076, sous lequel devait se trouver cette Sphérie. Il n'est pas à notre connaissance que l'on ait mentionné ce *Sclerotium* depuis la publication de la savante de Malmédy.

PYRENOMYCETES.

VERMICULARIA CULMIGENA, *Nob.*

V. maculis atris, minutis, ovatis vel oblongis, utrinque acutis, parallelis subseriatis; peritheciis exillissimis, gregariis, épidermide subtectis; setis exertis, brevissimis, concoloribus. Occurrit in culmis siccis Dactyli. Hieme et vere.

Les chaumes secs du *Dactylis glomerata* présentent cette espèce, principalement dans le voisinage des nœuds inférieurs, soit sous les gaînes, soit dans les parties du chaume exposées à l'air. Elle y forme de petites taches d'un noir très-intense, plus ou moins

rapprochées, quelquefois ovales, le plus souvent allongées, et toujours dirigées dans le sens longitudinal du support, ce qui les rend parallèles et presque disposées en séries. Elles ont les extrémités aigues : leur longueur ne dépasse guère un millimètre et est souvent moindre. Ces taches réunissent des périthéciums infiniment petits (plus petits que dans le *Vermicularia trichella*), et cachés, ou presque cachés, sous l'épiderme, qu'ils ne déchirent point, mais qui est percé par le faisceau de poils noirs, courts et raides, qui surmonte chacun d'eux.

VERMICULARIA OBLONGA, *Nob.*

V. peritheciis innatis, sparsis, numerosis, minutis, atris, subnitidis, ovatis vel oblongis lanciformibus, apice pertusis. Setis fasciculatis, concoloribus tectis. Sporidiis curvatis, oblongis, utrinque acutis, subfusiformibus. Provenit ad caules siccos Tami communis. Hieme et vere.

Cette espèce se rencontre fréquemment et abondamment sur les tiges sèches du *Tamus communis*. Ses périthéciums, très-nombreux, mais disposés sans ordre, sont innés, à demi érumpants, rarement arrondis, plus souvent ovales et même lanciformes, plus ou moins étroits. Ils atteignent parfois un millimètre de longueur, mais sont souvent plus petits; leur largeur est deux, trois et même quatre fois moins considérable. Ils sont noirs, un peu luisants, convexes, et de leur centre s'élève un faisceau composé d'une douzaine environ de poils noirs, longs au plus d'un demi millimètre. Après la chute de ces poils, qui sont fort caducs, le périthécium s'ouvre par le sommet qui se détruit peu à peu, et produit, comme dans beaucoup d'espèces de ce genre, une ouverture à peu près arrondie. Les sporidies sont oblongues, pointues, presque fusiformes et légèrement courbées. Leur longueur est de 1/60 de millimètre environ.

Les périthéciums ne sont jamais, ou du moins ne sont que très-

rarement confluents ; plus allongés que dans les *Vermicularia dematium* et *minutum*, leur grosseur est intermédiaire entre celles de ces deux espèces. Ils colorent quelquefois, autour d'eux, l'épiderme en roux ou en brun noirâtre.

Il ne faut pas confondre cette production avec le *Phoma Tami*, Lamy ; cette dernière est un *Septoria* sur lequel nous aurons occasion de revenir plus tard.

DISCOMYCETES.

CENANGIUM LIGNI, *Nob.*

C. sparsum vel gregarium, coriaceo-membranaceum, sessile, fuligineum, nitidulum, pulverulento-hirtum; disco patulo subconcavo, griseo-plumbeo, sicco compresso inflexo lutescente. Ascis subclavatis; sporidiis oblongis, curvatis; sporulis 2, opacis. Hab. ad asseres.

Le petit champignon dont il est ici question, se développe, dans les temps humides, sur divers bois travaillés ou non, mais particulièrement sur le Chêne. On le rencontre également sur des piquets, de vieilles planches, quelquefois même sur des branches et des rameaux secs, mais toujours dénudés. Les cupules naissent dans le support et le fendent pour paraître au-dehors. Elles sont éparses ou très-rapprochées les unes des autres, d'abord très-petites et ressemblant à de petits cônes. Leur sommet s'élargit bientôt, s'ouvre ensuite, et laisse voir des bords plus pâles que l'intérieur de la cupule. Celle-ci s'étale de plus en plus, et finit par acquérir à peu près deux millimètres de diamètre. Le bord, épais dans la jeunesse de la plante, s'amincit plus tard, mais il ne s'efface jamais entièrement, et le disque reste toujours plus ou moins concave. Cette espèce est tout-à-fait sessile, pulvérulente ou comme hérissée à l'extérieur, qui est de couleur de suie, devenant un peu roux marron en séchant. Le disque est de couleur gris de fer ou de plomb plus ou moins

foncée ; la dessiccation altère aussi cette nuance, qui quelquefois tire alors sur le jaune sale ; elle change également la forme du petit champignon parvenu à son entier développement : il se plie en deux ou trois et devient naviculaire, à bord rentrant, de manière à offrir l'apparence d'un *Hysterium*. Les thèques, presques claviformes, n'ont guère plus de 1/20 de millimètre de longueur, et les sporidies qu'elles contiennent 1/100 environ. Celles-ci sont ob'ongues, légèrement courbées, et offrent, aux extrémités, deux petites sporules globuleuses et opaques.

PEZIZA *(Lachnea dasyscyphæ)* PALEARUM, *Nob.*

P. minuta, sparsa, stipitata, albido-fulva, acetabuliformis, dein plana; extus furfuraceo-tomentosa, circa marginem ciliata; disco eburneo; stipite sublongo inferius brunneo. Ascis parvis, cylindricis, paraphysibus magnis, supra acutiusculis. Hab. in culmis siccis Frumenti. Vere et æstate.

Cette petite Pézize croît dans les champs, sur les éteules de Froment et sur le chaume des toits de nos habitations rustiques. Son pédicelle, qui atteint un demi millimètre, est droit, cylindrique, assez grêle, brunâtre à sa partie inférieure, et un peu épaissi au sommet, qui supporte une cupule, d'abord en soucoupe, puis tout-à-fait plane. L'extérieur de cette cupule, comme le pédicelle, est couvert d'une poussière furfuracée et blanchâtre, qui devient un vrai duvet autour des bords du disque, où il forme une rosette courte de cils. Ce disque est d'un blanc d'ivoire sale; il n'excède pas un millimètre de diamètre, et se ferme ou se replie en deux par la dessiccation. Les thèques sont cylindriques, et n'ont guère plus de 1/20 de millimètre. Les paraphyses dépassent beaucoup cette longueur, et sont terminées en pointes.

PEZIZA (*Lachnea dasyscyphæ*) ROBERGEI. *Nob.*

P. erumpens, sessilis, exigua, sparsa, villoso-hirta, junior sub-

globosa, dein magis hemisphærica, unicolor testacea. Ascis subclavatis, sporulis ovoideis. Hab. in ramis Lonicearum. Vere et æstate.

Cette petite espèce nous a été adressée par M. Roberge, qui l'a observée, en avril, mai et juin, sur les branches et les rameaux vivants de plusieurs *Lonicera*. Elle disparaît presque entièrement par la dessiccation, mais si on l'humecte, elle reprend aussitôt les apparences de la vie, en montrant de jolies cupules érumpentes, éparses ou rassemblées en petits groupes (2, 3 ou 4 individus), fermées d'abord et globuleuses, puis ouvertes en soucoupe concave, atteignant, dans leur plus grand développement, un millimètre ou un peu plus de diamètre. Elles sont hérissées à l'extérieur de poils courts d'un rouge de brique, excepté sur les bords, où ces poils sont blanchâtres. Toute la plante est également d'un rouge de brique, mais elle pâlit en séchant. Les thèques, qui ont environ 1/25 de millimètre, sont presque claviformes et renferment huit sporules ovoïdes.

Le *Peziza flammea* est très-distinct de cette espèce, qu'il ne faut pas confondre avec le *Peziza barbata*, qui croît aussi sur un *Lonicera*. Notre *Peziza albo-testacea* en diffère par sa couleur plutôt rousse que rouge, par ses poils beaucoup plus longs, et par sa cupule quelquefois supédicellée.

PEZIZA *(Phialea, calicinæ lenticulares)* MARITIMA, *Rob.*

P. erumpens, minuta, sparsa, stipitata, carnoso-ceracea, glabra, cinnamomea. Stipite brevi, crasso, in cupulam dilatato. Cupula crassiuscula, junior plano-concava, dein subconvexa. Ascis magnis, flexuosis, tubulosis; sporidiis ovato-oblongis, utrinque acutiusculis. Sporulis 2 (guttulis oleosis binis ?) globosis refertis. Hab. in foliis exsiccatis Arundinis arenariæ. Autumno. Nob.

Cette rare et curieuse Pézize vient sur les feuilles sèches de

l'*Arundo arenaria*, qui se trouve dans les dunes de Lyon-sur-Mer (Calvados). Les feuilles peu avancées sur lesquelles elle se développe, ne portent qu'un, rarement deux individus, placés vers leur extrémité supérieure; mais on en remarque un plus grand nombre sur les feuilles plus âgées, et principalement sur celles qui prennent une teinte jaune paille. Elle vient également sur les deux faces, mais plus souvent à la face extérieure. Quand elle habite la face inférieure, on la dirait sessile, parce que son pédicelle est caché dans la feuille enroulée. Les individus sont épars, rarement réunis deux ou trois ensemble. La plante naît sous l'épiderme, le déchire et se montre sous la forme d'un tubercule pyramidal, dont le sommet s'élargit peu à peu en plateau à bords relevés. Ce sommet ou disque, d'abord plane ou un peu concave, devient ensuite légèrement convexe, et ses bords, à cette époque, s'effacent entièrement. Le pédicule est gros et court, au moins ordinairement. Si quelquefois il est un peu grêle et paraît plus long, il n'a jamais plus de 1/4 à 1/3 de millimètre de hauteur, sur une épaisseur à peu près égale. Sa partie inférieure est amincie, ou, si l'on veut, sa partie supérieure s'évase en une cupule qui a depuis un demi-millimètre jusqu'à un millimètre de diamètre. Cette cupule est entièrement glabre, de couleur canelle, assez épaisse, charnue, et se brise facilement lorsqu'elle est fraîche. Les thèques sont grandes, (1/6 de mill.), presque tubuleuses, à double membrane très-distincte. Les sporidies ont environ 1/80 de millimètre dans leur grand diamètre. Elles sont ovoïdes-allongées, un peu pointues aux extrémités; elles contiennent deux petites sporules globuleuses qui seraient, suivant M. Corda, des gouttelettes oléagineuses.

PEZIZA (*Phialea mollisia*) FALLAX, *Nob.*

P. suberumpens, minuta, gregaria vel spersa, sessilis, glabra, extùs brunneo-fusca; junior plano-scutellata, dein convexa,

flexuoso-sublobata, sicca concava. Disco humido griseo, sicco ochroleuco vel brunneo-lutescente. Ascis clavatis, sporidiis oblongis, rectis vel subcurvatis. Hab. in ramis exsiccatis, etc., in strobilis Pini silvestris. Hieme, vere.

Le *Peziza fallax* de la Mycologie d'Europe, ayant été réuni au *Peziza-albo-violascens* des auteurs, et le nom spécifique choisi par Persoon étant resté sans emploi, nous avons pensé qu'il n'y avait aucun inconvénient à l'appliquer au petit champignon qui nous occupe, et qui paraît être le *Patellaria discolor*, Mont. et Fries. *(Ann. des sc. nat., sér.* 2, *tom.* 5, *p.* 290), que ces mycétologues auraient observé dans un état peu développé; c'est du moins l'opinion que nous conservons d'après l'examen d'un échantillon que nous tenons de notre ami Montagne, et d'après l'analyse microscopique que nous avons faite de ses cupules les plus avancées, analyse qui s'est trouvée exactement conforme à celle de notre plante. Quoi qu'il en soit, cette dernière se développe aussi sur les rameaux secs; elle y habite les ruptures ou les cicatrices de l'écorce, solitaire ou en groupe de quelques individus qui semblent partir du même point. Les cônes du *Pinus silvestris* donnent aussi naissance à cette Pézize, que l'on peut également rencontrer, mais plus rarement, sur le vieux bois. Elle est glabre, sessile, brune ou noirâtre en-dessous; d'abord arrondie, plane ou convexe, ensuite irrégulière, flexueuse en ses bords et quelquefois même comme lobée. Par la dessiccation, elle devient concave, mais sans jamais se fermer. Sa consistance est céracée, et son disque, légèrement trémelloïde lorsqu'il est humide, offre toutes les nuances, depuis le gris de perle et le gris de fer plus ou moins pâle, jusqu'au gris cendré le plus foncé; cette couleur change lorsqu'il est sec, et passe au jaune sale, tirant souvent sur le chamois. Si on l'humecte alors, il revient, après quelques minutes, à sa couleur grise primitive. Les mêmes changements s'opèrent sur

le *Patellaria discolor*. Comme lui, notre plante offre des thèques claviformes qui ont un peu plus de 1/20 de millimètre de longueur. Les sporidies qu'elles contiennent sont oblongues, droites ou un peu courbées, et longues d'environ 1/100 de millimètre. Vues à un certain jour du microscope, on distingue dans leur intérieur deux ou trois macules noirâtres, rarement quatre, qui sont peut-être des sporules peu développées, et qui ont pu produire l'apparence toruleuse dont il est parlé au *Patellaria discolor*. Du reste, nos sporidies, comme celles de notre échantillon de cette dernière discomycète, n'ont pu nous faire découvrir les annelures particulières au genre *Patellaria*, et telles qu'on les voit très-distinctement dans le *Patellaria atra*, type du genre.

Par sa consistance, par la couleur de son disque à l'état vivant, et par le changement de couleur qu'il éprouve par la dessication, le *Peziza fallax* a des rapports avec le *Peziza lacustris*, toujours plus petit, plus régulier, et différant d'ailleurs par ses thèques et ses sporidies.

STICTIS ATRATA, *Nob.*

S. gregaria, immersa, epidermide nigricante tecta, dein subemersa, ovata, immarginata, ceraceo mollis, ochroleuca; sicca clausa. Ascis subclavatis; sporidiis oblongis, continuis. Hab. in ramulis exsiccatis Aceris Negundinis. Hieme et vere.

Comme le *Cryptodiscus phacidioïdes*, dont nous allons nous occuper dans un instant, ce *Stictis* habite aussi, dans la même saison, les jeunes rameaux desséchés de l'*Acer Negundo*. Ses réceptacles y sont plus rapprochés, et quoique naissant sous l'épiderme, ils ne l'entrouvrent chacun que par une seule fente, après y avoir produit une tache noirâtre plus foncée à son centre. Quand par l'humidité, ces réceptacles sont apparents, ils affectent la figure ovale ou elliptique, et sont d'une couleur chamois pâle

et grisâtre, qui est presque celle de leur support. Les thèques ont 1/20 de millimètre de longueur et sont presque claviformes. Les sporidies sont allongées, dépourvues de cloisons, et ont à peine 1/100 de millimètre.

STICTIS VALVATA, *Mont. Ann. des Sc. nat. Série* 2, *t.* 6, *p.* 337.

Ce curieux *Stictis*, qui fut d'abord trouvé à Royan (Charente-Inférieure), par M. Lamy, sur le chaume du *Calamagrostis arenaria*, vient d'être observé, par M. Roberge, à Lyon-sur-Mer, (Calvados), à la face extérieure des feuilles sèches de cette graminée. A l'état vivant, le réceptacle, dont la forme peut être comparée à celle d'une petite pirogue, est de couleur brune à l'extérieur, avec les bords blanchâtres et légèrement ondulés. L'hyménium, d'un roux d'argile, offre des thèques presque claviformes et longues d'environ 1/20 de millimètre. Ces thèques contiennent des sporidies oblongues et un peu courbées, qui ont à peine 1/200 de millimètre.

CRYPTODISCUS PHACIDIOIDES, *Nob.*

C. sparsa, epidermide tecta, dein in lacinias irregulares rupta erumpens et denudata, immersa, membranacea, angulato-orbicularis, rufescenti pallida. Sicca clausa, humida convexa, margine proprio subdentato brunneo. Hymenio tremelloso; ascis inflatis subfusiformibus. Sporidiis oblongis, rectis, 3-*septatis. Hab. in ramulis exsiccatis Aceris Negundinis. Hieme et vere.*

C'est en hiver, ou au commencement du printemps, que l'on trouve cette espèce sur les ramilles sèches de l'*Acer Negundo*, lorsqu'elles sont encore attachées aux jeunes pieds vivants en cépées. Ses réceptacles y sont disposés sans ordre; et occupent souvent toute leur étendue. Ils naissent sous l'épiderme, qu'ils soulèvent et déchirent quelquefois en lanières étoilées, le plus

souvent d'une manière irrégulière. A l'état sec, ils sont peu saillants, peu visibles, et presque toujours couverts de l'épiderme déchiré ou éraillé, dont les lanières ou les déchirures sont exactement appliquées sur eux, comme pour les cacher. Par l'humidité, ces lanières s'entrouvrent, s'écartent ; le réceptacle se gonfle, s'étend, s'ouvre lui-même et devient presque érumpant ; alors il peut atteindre jusqu'à deux millimètres de diamètre et est arrondi, quelquefois un peu anguleux ou irrégulier, convexe, entouré à son bord de dents ou de lobes bruns, plus ou moins prononcés. Le disque est d'un roux pâle et sale, ou, si l'on veut, de cette couleur qu'ont les feuilles de Hêtre ou de Chêne bien sèches. Les dents ou lobes se rapprochent par la dessiccation et, en cet état, le réceptacle devient concave.

Le *Cryptodiscus phacidioïdes* est quelquefois d'une extrême petitesse et mêlé au *Sphœria lebysei*. Son hyménium, que nous avons pu étudier sur un grand nombre d'échantillons, présente des thèques presque fusiformes, ayant environ 1/25 de millimètre de longueur, et renfermant de jolies petites sporidies oblongues, droites, quatre fois au moins plus longues qu'épaisses, et un peu pointues. Ces sporidies, qui ont à peu près 1/80 de millimètre de longueur, sont divisées transversalement par trois cloisons, dont celle du milieu est plus apparente.

NOTE

SUR UN

MONSTRE MYLACÉPHALE,

Par M. Loiset, Membre résidant.

Depuis que la science, écartant la foule d'erreurs et de préjugés, qui pour le vulgaire entourent encore l'histoire des monstruosités, a su découvrir dans leurs écarts mêmes, les lois qui président à la création des êtres; les déviations des types normaux propres aux diverses espèces animales sont devenues pour les naturalistes et les physiologistes une source d'inductions éminemment utiles, qui ont puissamment concouru aux progrès des connaissances biologiques. Aussi l'analyse scientifique des faits d'anomalies organiques, est-elle actuellement une étude pleine d'intérêt et d'importance; c'est à ce titre que j'ai l'honneur de présenter à la société royale un produit tératologique sur lequel je demanderai l'autorisation de fixer quelques instants son attention.

Cette monstruosité provient de l'espèce bovine ; la vache qui l'a fournie est d'origine hollandaise : elle a donné d'abord un premier veau femelle bien organisé et paraissant à terme, le 28 avril dernier; quelques heures après l'être paradoxal qui est sous vos yeux s'est présenté à la sortie de l'antre utérin et en a été extrait sans difficulté. Les renseignements obtenus sur cette double parturition n'ont pas permis de constater si le même appareil placentaire servait aux deux jumeaux, ou s'il en existait un pour chacun d'eux ; quoi qu'il en soit, il est certain qur chaque fœtus possédait ses enveloppes propres. Les com-

mémoratifs se taisent aussi sur la question de savoir si la mère était ou non primipare, mais attendu l'âge auquel elle était parvenue (5 ans), il est plus que vraisemblable qu'elle était arrivée à son deuxième ou troisième velage.

De forme globuleuse et un peu ovoïde, mais non symétrique, l'être anormal dont il est question ne possède ni tête ni membres : il est enveloppé, dans presque toute son étendue, d'une peau épaisse garnie de poils touffus, dont les couleurs noire et blanche sont disposées de manière à constituer les larges surfaces qui caractérisent la robe ou pelage désigné sous le nom de pie.

La petite extrémité de cette masse ovoïde est surmontée d'un appendice dans lequel on reconnaît très-distinctement une lèvre inférieure rudimentaire, armée de ses longs poils roides et clairsemés : dans sa concavité se trouve logée une dent incise bien développée, qu'à sa forme on peut soupçonner être la *pince droite* : au-dessus et en arrière on rencontre un vestige de langue, dont la partie libre flotte sur le côté de l'incisive et dont la base offre une petite ouverture, orifice extérieur d'un canal qui ne doit être autre chose que le pharynx arrêté dans son développement.

A la face inférieure de la grande courbure et au milieu de poils courts ayant l'apparence de duvet, on voit quatre mamelons ou tétines.

Enfin le cordon ombilical, pyriforme et très-volumineux, prend son insertion par une large surface en-dessous et un peu sur le côté de l'appendice céphalique ci-dessus signalé : ses parois laissent apercevoir distinctement dans son épaisseur l'artère et la veine du même nom.

En ouvrant la dilatation du cordon ombilical, on trouve qu'il forme une vaste poche qui recèle la masse intestinale incomplète, mais d'un développement très-avancé. L'intestin grèle et le rectum manquent, mais le cœcum et le colon existent en

entier, ils sont fixés à la large surface d'insertion ombilicale par le mésentère, qui a moins d'ampleur que dans l'état normal : l'intérieur de ces gros intestins contient une matière d'un blanc grisâtre qui a toute l'apparence du mucus durci et presque desséché; on remarque de plus, que les deux extrémités du conduit intestinal sont oblitérées et terminées en cul de sac.

Une poche vésicale du volume d'une petite noix existe contre et en arrière des intestins; elle contient environ dix grammes d'urine, ne possède point de canal uréthral et reçoit une seule uréthère qui remonte jusqu'au rein, dont il sera parlé ultérieurement.

Aucun autre organe n'accompagne cette exomphale.

En enlevant par la dissection le contenu du sac cutané constituant le monstre, on en a extrait une masse également de forme ovoïde, composée en plus grande partie de tissu cellulaire infiltré de sérosité et dans laquelle se trouvaient pour ainsi dire noyés et confondus des faisceaux musculaires paraissant avoir subi une transformation graisseuse imparfaite.

Un assemblage irrégulier et informe des os de la tête constituait le seul rudiment du squelette, il était logé dans cette masse cellulo-charnue vers l'extrémité en rapport avec l'appendice armé de la dent signalée ci-dessus : postérieurement la pièce osseuse susdite envoyait des prolongements cartilagineux de formes diverses qui plongeaient dans la substance qu'on avait extraite de la poche cutanée.

En avant et en-dessous de deux pointes aiguës et inégales servant de support à la machoire inférieure avortée, se trouve dans le vestige de la tête osseuse que voici ; une fosse sphéroïdale occupée par un œil unique sous-cutané et dépourvu d'iris ; le fond de cette orbite anormale est percé d'un trou qui communique avec une cavité en forme d'échancrure située en arrière et qui recèle quelques parcelles de matière cérébrale ayant des enveloppes très-reconnaissables (meninges) et envoyant

divers filets nerveux dans toutes les directions : la voie de communication de la cavité orbitaire à l'échancrure rudiment du crane, est remplie par le nerf optique, simple et impair comme l'œil.

Sur les parties latérales de l'orbite se trouve un petit trou qui termine un conduit auditif capillaire sous-cutané et imperforé vers la superficie du monstre : ce conduit est par conséquent pair.

Le restant de cette pièce osseuse imparfaite est tubéreux, irrégulier, non symétrique, et parsemé d'apophyses élevées, de configuration diverse.

Enfin en-dessous de la cavité orbitaire on rencontre un vestige de voûte palatine, à la faveur de laquelle le conduit pharyngien cité ci-dessus communique avec une petite dilatation irrégulière perdue dans la substance cellulo-musculaire mentionnée plus haut. Cette dilatation ne doit être autre chose que les estomacs arrêtés dans leur développement dès leurs premières évolutions ; une faible étendue de leur surface qui aurait dû devenir le *bonnet* présente en effet les cellules pentagonales caractéristiques du troisième estomac : du reste la dilatation gastrique ne possède point de pylore et ne communique conséquemment point avec les intestins contenus dans la tumeur du cordon ombilical.

Un thymus d'un volume proportionnellement considérable occupe toute la face inférieure du monstre dépouillé de peau : vers le milieu de la région opposée existe un rein unique entouré d'un tissu cellulaire lâche ; cet organe communique, ainsi qu'il a été dit, avec la vessie par une uréthère d'une certaine étendue ; il est impair.

Il n'y a point de cœur, les vaisseaux ombilicaux plongent dans la masse ovoïde, s'y divisent et s'y subdivisent sans dispositions remarquables.

Les organes génitaux sont complètement absents, il en est

de même du foie, de la rate, du pancréas, de la moëlle épinière, etc., etc.

L'être tératologique dont je viens d'analyser rapidement l'organisation, réunit diverses anomalies qui le rapprochent de plusieurs groupes de monstruosités : par l'oxomphale, il semblerait se rattacher aux *célosomiens :* par l'absence de l'appareil nasal et la fusion des deux yeux en un seul, il a des rapports avec les *cyclocéphaliens*; mais dans son ensemble il doit évidemment être réuni au genre *Mylacéphale*, caractérisé, dit M. J. Geoffroy St.-Hilaire, « par une organisation tellement anormale » qu'on pourrait en croire l'existence impossible et qui se trouve » réduite à un corps non symétrique, très-irrégulier, informe, » ayant ses diverses régions peu ou point distinctes, des mem- » bres très-imparfaits, quelque fois même nuls. »

Les *Mylacéphales* sont des monstres plus communs dans l'espèce humaine que dans les autres mammifères : jusqu'ici même on ne connaît que deux faits appartenant à cette dernière catégorie : c'est le chevreau *mylacéphale* décrit par Hayn (1), et le mouton du même genre figuré par Emmert. Sous ce rapport la pièce que j'ai eu l'honneur de vous présenter offre donc quelqu'intérêt, et son dépôt dans vos collections peut devenir de quelqu'utilité pour l'étude des sciences naturelles.

---

(1) Hayn, *Monstri unicum pedem referentis diser. anotomica.* Dess. inaug. in-4.° Berlin, 1824.

AGRICULTURE.

RAPPORT

SUR LA MALADIE DES POMMES DE TERRE,

Par M. Thém. Lestiboudois, Membre résidant.

La récolte des pommes de terre a subi en 1844 une diminution considérable, et l'altération qui a causé cette perte a paru à la Société assez sérieuse pour qu'elle dût alors s'en occuper avec un extrême sollicitude. En 1845, les ravages furent encore plus grands; on peut citer des communes de l'arrondissement de Lille et de la Belgique, dans lesquelles les plantes sont mortes ne làissant rien après elles. Une pareille destruction est un véritable fléau, d'autant plus redoutable qu'on était habitué à considérer la pomme de terre comme à l'abri des influences atmosphériques, et comme la ressource des populations quand l'inclémence des saisons avait diminué ou détruit la récolte des céréales. C'est dans notre pays surtout que la perte des tubercules de cette plante est une véritable calamité, car depuis le siècle dernier ils y forment un élémont essentiel de l'alimentation des hommes, si l'on en juge par un mémoire par lequel Jean-Baptiste Lestiboudois combattait l'opinion qui attribuait une épidémie à l'usage de la pomme de terre, et rassurait le Magistrat qui voulait en interdire la vente sur les marchés. Dès 1774, le professeur de Lille indiquait tout le parti qu'on pouvait tirer de ces tubercules. C'est donc pour nous un devoir

d'étudier avec un grand soin l'importante question qui est maintenant à l'ordre du jour.

Les diverses Sociétés du département du Nord nous ont communiqué les renseignements qu'elles ont recueillis sur la situation de la récolte et sur les moyens d'assurer la conservation des tubercules non attaqués. M. le préfet nous a demandé de réunir en un seul travail tous les documents que vous possédez. Chargé de le rédiger par la commission spéciale (1) que nous avez nommée pour s'occuper de cette question, de concert avec la commission d'agriculture, je vais essayer de tracer le résumé de nos recherches. J'aurais désiré vous présenter un exposé succinct de tout ce qui a été écrit sur une matière si importante; mais les notes publiées sont déjà si nombreuses qu'il faut renoncer à les mentionner toutes. Dans ce travail, qui doit être concis et rapidement fait, nous pourrons d'autant plus facilement nous borner à citer les écrits les plus saillants, que malheureusement ce qu'on a imprimé jusqu'à présent jette peu de lumière sur la question.

Nous décrirons le mal, nous indiquerons son effet sur l'état des approvisionnements, nous en rechercherons les causes, nous essaierons de faire connaître les moyens qu'il faut employer pour combattre une maladie aussi funeste et conserver les tubercules qui en sont atteints; nous dirons enfin l'usage qu'on peut faire des tubercules altérés.

DESCRIPTION.

Quelques mots suffiront pour retracer les formes caractéristiques d'une altération que tout le monde connaît maintenant.

Cette année, la maladie s'est montrée vers le commencement

---

(1) Cette commission était composée de MM. Bailly, Delezenne, Lefebvre-Heegmann, Kuhlmann, Thém. Lestiboudois.

de juillet. La Société de Valenciennes cite le 20 de ce mois comme l'époque de l'invasion. Elle a attaqué particulièrement la variété dont les tubercules sont ronds, d'un gris-rougeâtre, et qui est cultivée surtout pour l'alimentation des hommes ; la variété blanche hâtive a été beaucoup moins atteinte du mal ; la variété cultivée pour les fabriques de fécule est celle qui a le mieux résisté. Les observations des Sociétés de Douai et Bailleul confirment ces faits ; cependant, un membre de celle de Douai, M. Broy, a remarqué que les pommes de terre qui se récoltent plus tard se sont mieux conservées ; ce ne peut-être là qu'un cas exceptionnel. D'abord les feuilles se roulent un peu, elles donnent un aspect particulier à la plante, elles présentent bientôt des taches brunâtres qui deviennent confluentes et plus foncées, de sorte que les feuilles noircissent et se sèchent, la tige elle-même devient noire, et les *fanes* au mois d'août étaient comme on les trouve en octobre quand le moment de la récolte est arrivé. Souvent les feuilles terminales sont restées vertes les dernières : quelquefois, non toujours, la base de la tige était pourrie. Les tiges ont ainsi été frappées de mort sur une si grande surface qu'à peine voyait-on les traces d'une culture sur les champs plantés en pommes de terre ; ils présentaient l'aspect d'une jachère.

L'état des tubercules correspond à celui des productions aériennes : ils sont rares, généralement petits, et presque tous altérés surtout dans la variété d'un gris-rougeâtre. Les tiges souterraines, dont la dilatation forme les tubercules, sont encore saines quand déjà les tubercules sont atteints, et les tiges aériennes sont pourries qu'on rencontre encore des tubercules sains.

L'altération des tubercules présente les périodes suivantes :

D'abord on remarque des taches roussâtres, surtout visibles dans la variété blanche, à cause de la couleur pâle du tubercule. Nous avons vu souvent dans le courant de l'été, au-dessous de l'épiderme, des ponctuations d'un rouge très-vif, qui devenaient

confluentes, et qui souvent nous paraissaient le commencement des taches rousses, qui sont d'abord superficielles ; mais bientôt le tissu utriculaire sous-jacent s'altère, il prend une couleur rousse, et la limite de cette altération, qui a commencé sous l'épiderme, s'étend de plus en plus comme une zône irrégulière dans la profondeur du tissu. Cette couleur est due à une matière brunâtre, d'une odeur désagréable, formée de grains, extrêmement petits, qui pénètrent dans les cellules qui entourent les grains de fécule et forment des masses amorphes ou des lignes irrégulières.

La partie altérée se sèche, durcit, devient noirâtre; en raison de cet endurcissement et de la rétractation des utricules, les taches extérieures forment des enfoncements dont les bords sont presque à pic et dont la couleur est noirâtre. Les parties altérées deviennent dures, à ce point qu'elles ne ressentent pas les effets de la cuisson. L'an dernier tel était l'état presque constant des tubercules. C'est à cet état qu'on a donné le nom de *carie sèche*. Cette année on trouve un grand nombre de tubercules à l'état de pourriture complète, exhalant une odeur fétide, particulièrement dans la variété blanche : pour cette raison, la maladie a été désignée sous le nom de *carie humide*. Ces deux altérations sont-elles deux affections distinctes ou bien deux formes de la maladie, déterminées par la différence qu'on remarque dans les localités, dans les diverses périodes de la saison, dans le lieu qu'on choisit pour la conservation des tubercules, dans les variétés cultivées ? Les observations qui ont été faites ne sont pas assez précises pour qu'on puisse adopter une opinion définitive. Cependant, on a remarqué que les tubercules tachés, placés dans un lieu humide, tendent à passer à l'état de pourriture ; ceux conservés dans un lieu sec se durcissent de plus en plus et diminuent de volume.

Les symptômes que nous venons d'exposer se sont trouvés à peu près les mêmes dans toutes les localités.

EFFET DE LA MALADIE SUR L'APPROVISIONNEMENT.

Elle aura certainement un effet fort sensible sur l'approvisionnement nécessaire à l'alimentation des populations. Dans l'arrondissement de Lille, le plus grand nombre des champs ne donnera pas un dixième d'une récolte ordinaire ; nous avons vu labourer beaucoup de pièces de terre, sans que l'on se donnât la peine d'en ramasser le produit, tant était petit le nombre des tubercules sains, tant leur dimension était exigue ; il nous est difficile de préciser quelle sera la perte des autres arrondissements : les renseignements qui sont communiqués à ce sujet ne sont pas assez détaillés pour que nous puissions dire quelque chose de positif. Les Sociétés de Douai, de Cambrai, ne nous fournissent pas de données à cet égard ; celle de Bailleul se contente d'annoncer une très-médiocre récolte ; celle d'Avesnes, au 19 août, une récolte qui ne sera pas considérablement diminuée ; celle d'Hazebrouck espère, au 1.er septembre, une moitié de récolte ; celle de Dunkerque déclare qu'au 23 août la moitié est compromise, et qu'un autre quart se détériore de plus en plus ; le prix était déjà augmenté d'un tiers ; celle de Valenciennes estime que dans les cantons où règne la maladie, on peut à peine compter sur un tiers des tubercules, et que le canton de Bouchain est le seul de l'arrondissement qui à la fin d'août était encore épargné par le fléau.

On peut dire d'une manière générale que les espérances qu'on avait encore au mois d'août et au commencement de septembre se sont en partie évanouies ; le mal n'a cessé de faire des progrès jusqu'au moment de la récolte, et les tubercules déplantés se sont altérés de plus en plus, de sorte que certainement il y aura un énorme déficit dans l'approvisionnement.

CAUSES DE LA MALADIE.

S'il est facile de reconnaître le mal qui a porté une atteinte si préjudiciable à la récolte des pommes de terre, il est bien difficile, sinon impossible, dans l'état actuel de la science, d'en déterminer la cause. Il y a une grande divergence d'opinions à ce sujet; les savants les plus distingués sont en contradiction les uns avec les autres; des systèmes divers sont proposés, présage certain qu'une grande obscurité règne encore sur la question.

Les principales causes auxquelles on a attribué l'altération de la pomme de terre sont :

1.° L'humidité et le froid;

2.° La dégénérescence des plants du *solanum tuberosum ;*

3.° Le développement d'une cryptogame parasite dans les tissus de cette plante.

Quelques autres causes ont été indiquées, mais elles n'ont guère été acceptées.

La *présence de divers insectes* a été constatée dans les tubercules ; M. Gruby, dans un mémoire envoyé à l'Institut, annonce qu'il a trouvé des acarus et des annelides, dont deux microscopiques de l'ordre des ascaroïdes, mais il a été reconnu que leur présence est un effet de l'altération et qu'elle n'en est pas la cause productrice.

M. Guerin-Meneville a donné à l'Institut la liste des animaux parasites qui vivent dans les pommes de terre altérées; ce sont :

Parmi les *Acarides*, deux espèces nouvelles : le *Glyciphagus fecularum* et le *Tyroglyphus feculæ*.

Parmi les *Myriapodes*, l'*Iulus guttulatus*.

Parmi les *insectes*, un coléoptère voisin du genre *Calodera*, le *trichopteris rugulosa*, plusieurs larves; un *diptère*, le *Limosina Payenii*, et plusieurs larves.

Parmi les *Helminthes*, le *Rhaoditis fecularum*.

La *nature des engrais* employés a été considérée par quelques personnes comme ayant pu déterminer la maladie ; ainsi M. Taillar, de Douai, dit que l'on doit rapporter la perte des pommes de terre à l'emploi des détritus des fabriques de sucre de betterave; mais il y a eu tant de ravages dans des cantons qui ne possèdent aucune sucrerie, qu'on ne peut regarder cette assertion comme fondée.

La *nature du terrain* a aussi été mise au rang des causes possibles ; mais on n'a considéré sa composition, son exposition et ses autres qualités que comme des circonstances qui pouvaient augmenter ou diminuer l'humidité du sol. Ce n'est donc que celle-ci qu'on regardait comme influente.

Enfin, pour ne rien omettre, nous dirons que les docteurs Vallez et Depotter, de *l'arrondissement de Bruxelles*, attribuent la maladie à *l'action de l'électricité et du calorique combinés :* en juin, l'atmosphère ayant été surchargée d'électricité, les décharges amenées par les orages ont gorgé les tubercules et distendu les vaisseaux, de là la gangrène dont on déplore les effets. Il ne nous semble pas que cette hypothèse soit admissible : si l'électricité était cause de la maladie, celle-ci ne se serait pas développée d'année en année, elle n'aurait pas porté ses ravages dans tant de régions diverses, elle n'aurait pas borné son action à une seule plante, elle aurait agi sur l'ensemble de la végétation. On ne voit pas pourquoi la betterave, par exemple, aurait été exempte de ces atteintes, quand la pomme de terre aurait été anéantie.

Les trois théories, les trois hypothèses, si l'on veut, que nous avons citées d'abord, méritent donc seules de nous occuper d'une manière spéciale.

1.° *L'humidité et le froid.*

En voyant la dévastation de nos champs plantés de pommes de terre coïncider avec les pluies continuelles qui, pendant l'été de 1845, ont entretenu une excessive humidité et une température très-basse, il était naturel d'attribuer aux intempéries de cette année la perte des précieux tubercules dont se nourrissent les classes ouvrières. On a été confirmé dans cette opinion en se rappelant que la maladie qui les atteint a produit de notables dommages l'an dernier, et qu'alors, après une longue sécheresse, des pluies abondantes sont survenues, précisément à l'époque où se forment les tubercules de la plante. On ne peut s'empêcher de penser qu'une saison froide, constamment humide, soit complètement défavorable à la végétation de cette solanée, qui a les tiges composées d'un tissu cellulaire abondant, gorgé de sucs, qui est originaire de l'Amérique méridionale et surtout du Pérou, qui n'a pu encore supporter la rigueur de nos hivers, et qui, d'après une longue observation, fournit des tubercules infiniment plus savoureux et plus abondants en fécule dans les terres légères et sablonneuses que dans les terres froides et compactes. Les Sociétés d'Hazebrouck, Bailleul, Avesnes, Douai, attribuent principalement la maladie des pommes de terre au froid humide qui a régné cette année. Les autres Sociétés, qui admettent une autre cause, reconnaissent encore l'influence des conditions atmosphériques.

Beaucoup de membres de la Société de Douai ont remarqué que les terres légères, siliceuses, avaient eu de bonnes récoltes; que celles qui se sont faites dans les terrains tenus secs par les arbres ont été passables.

Mais d'autres membres ont déclaré que dans des champs sablonneux, en pente, toute la récolte a péri. La Société de Dunkerque a observé que cette année, des champs sablonneux et élevés sont aussi maltraités que les champs argileux. Cette

observation ne serait pas péremptoire, car les couches inférieures du sol pouvaient entretenir une humidité trop considérable, et de plus ce n'est pas seulement l'humidité de la terre, mais celle de l'atmosphère et l'abaissement de la température qui ont dû nuire à une plante méridionale.

L'opinion que nous relatons resterait donc plausible, mais la maladie qui nous occupe ne date pas de l'an dernier, il y a plus de douze ans qu'elle a été observée en Allemagne. Dès 1830, elle était signalé dans le Palatinat, etc. Pendant cette période, il y a eu des années pluvieuses et des années fort sèches, cependant on pourrait croire que la *carie sèche* dont la présence a été signalée en Allemagne, et qui a été attribuée tantôt à la sécheresse, tantôt à l'humidité, n'est pas la même maladie que celle qui nous occupe, et qui a été décrite dans les derniers temps sous le nom de *carie humide*. Nous ne trouvons donc pas ici des faits qui puissent conduire à une certitude scientifique : pour donner force à cette opinion il faudrait que des observations précises, concordantes, fussent faites en différents pays ; il faudrait surtout que l'état atmosphérique ne coïncidât pas avec d'autres causes d'altérations ; sans cela, il pourrait être considéré seulement comme propre à favoriser ces causes, mais non comme assez puissant pour déterminer l'annulation des produits du *solanum tuberosum*.

2.° *Dégénérescence de la pomme de terre.*

C'est une vérité reconnue de tous nos agriculteurs que les plantes naturalisées dans certains climats y peuvent dégénérer, y perdre les qualités qui les distinguent, surtout quant il s'agit de variétés obtenues par la culture. Aussi vous voyez les habitants de nos campagnes acquérir à grands prix, dans d'autres contrées, les semences de blé, de lin, etc., afin de renouveler les types et leur conserver leur vigueur native. C'est un fait acquis à la science que les variétés retournent à leur type primitif, et

que les végétaux transplantés loin de leur pays originel n'y ont jamais le caractère robuste qu'ils offrent sur le sol qui les a produits spontanément. L'idée d'une dégénérescence peut donc se présenter à l'esprit, et nous l'admettons facilement pour les pommes de terre, quand cette solanée nous apparaît plus débile, plus grêle, produisant des tubercules d'un petit volume, n'élaborant plus qu'imparfaitement ses principes amylacés. Mais nous rencontrons ici autre chose ; on ne manquera pas de remarquer les symptômes d'une maladie bien déterminée, constante dans sa forme, marchant d'une manière pour ainsi dire régulière. Il n'y a pas dans un tel état une simple dégénérescence ; ce n'est pas le retour au type primitif, ce n'est pas une dégradation successive des qualités acquises, c'est une altération des tissus, une cause de mort. On ajoutera que si véritablement nos types étaient frappés d'une sorte de rachitisme, nous ne verrions pas cette cause agir sur de vastes contrées et atteindre pour ainsi dire tous les individus; car ces individus ne peuvent être dans les mêmes conditions, ils ne peuvent avoir la même origine, ils ne peuvent être arrivés au même degré d'abâtardissemnt, ils ne pourraient être conduits, au même moment et partout, à un degré semblable de dépérissement, à la mort même de la tige annuelle. C'est cependant ce que nous voyons. Cette hypothèse est donc insuffisante pour expliquer les faits ; nous reconnaissons qu'il y a, dans l'universalité de ceux qui ont frappé l'attention publique, quelque chose qui éloigne de l'idée qu'on ne doit voir qu'une diminution de vigueur dans les types cultivés. L'amoindrissement de leur force organique ne suffit pas pour expliquer la mort simultanée des tiges annuelles avant l'époque naturelle, et la profonde altération, la destruction même des tiges souterraines ou des tubercules. Mais on peut admettre que l'affaiblissement de leur vitalité les empêche de résister aux causes de détérioration ; on doit reconnaître que ces causes de détérioration ont agi avec une intensité singulière depuis quelques an-

nées. Enfin les tubercules plantés cette année proviennent en grande partie de plantes déjà dégénérées, déjà altérées, et nous verrons plus loin qu'une expérience dont les résultats ont été publiés il y a plus d'un demi-siècle, annonce que les tubercules malades produisent des plantes malades. Il devient moins étonnant alors qu'après quelques années, dans lesquelles on remarque la maladie, elle doit sévir avec une intensité effrayante et sur des espaces toujours plus étendus.

On a opposé, il est vrai, à l'idée d'une dégradation constitutionnelle de la pomme de terre, les altérations maladives qu'ont présentées les tubercules obtenus de semence.

D'après les expériences de M. Bachy, les tubercules obtenus de graines l'an dernier ont produit cette année des plantes malades. Le rapport de la Société de Valenciennes mentionne que le sieur Schneider a vu ses pommes de terre de semis présenter dès le 10 août tous les symptômes de la maladie. Mais on doit tenir compte que les graines semées ont été récoltées, selon toute probabilité, sur des plantes malades; or, l'expérience semble prouver que ces plantes sont sujettes à transmettre héréditairement les vices qui les dégradent: par exemple, il est d'observation constante que les graines des plantes, qui sont déjà éloignées du type primitif, transmettent plus facilement des formes modifiées, que celles qui ont conservé purs les caractères de leur espèce. Nous noterons, de plus, que toutes les plantes obtenues de graines n'ont pas présenté les symptômes de la maladie. Ainsi, le secrétaire de votre commission d'agriculture a obtenu, cette année, au moyen de semis, des plantes qui ont fourni des tubercules; déjà ceux-ci sont gros comme une noisette et ne présentent pas les signes de la carie.

Il ne répugne donc pas d'admettre qu'une dégénérescence a frappé les souches qui sont entrées dans la culture; que cette dégénérescence prédispose à des maladies spéciales; que ces prédispositions s'aggravent par la constitution froide et humide de

l'atmosphère; qu'elles vont toujours croissant si l'on plante des tubercules déjà altérés profondément; qu'on peut s'y soustraire en employant des graines fournies par des individus qui ont participé à l'affection générale; que pour rétablir la plante dans sa vigueur native, il faut changer les tubercules, renouveler les souches.

Certes, une pareille opinion a quelque chose de très-plausible, et on devrait y attacher une grande valeur si la cause à laquelle on a donné le plus d'importance, le développement de cryptogames parasites, reste douteuse ou non fondée.

3.° *Cryptogames développées dans la pomme de terre.*

L'opinion qui attribue la maladie de la pomme de terre au développement d'un champignon parasite, a été fort accréditée dans ces derniers temps; mais elle a été aussi vivement combattue, des savants très-distingués se sont trouvés d'avis contraire; les uns ont nié l'existence de ces végétaux microscopiques; les autres ne l'ont pas contestée; mais, parmi ces derniers, les uns ont regardé la naissance du champignon comme l'effet, les autres comme la cause de la maladie. Nous présenterons d'abord les opinions des observateurs les plus recommandables, nous dirons ensuite notre pensée sur des faits que nous avons étudiés avec toute l'attention que commandait leur importance.

M. Martius, secrétaire de l'Académie de Munich, a présenté des observations insérées dans les comptes-rendus de l'Institut pour l'année; de ses observations, il résulte qu'au-dessous de l'épiderme séché qui recouvre les taches creuses de la pomme de terre se trouve un tissu livide, noirâtre, et que, dans ces parties altérées, on rencontre çà et là des fibrilles excessivement minces, ramifiées, blanches, constituant le *Mycelium*, ou base stérile d'un champignon. Ce Mycelium prend un grand développement,

pénètre l'épiderme, le traverse, et se présente à la surface des tubercules sous forme de petits coussinets filamenteux, blanchâtres, au sommet desquels se montre une quantité innombrables de spores (corps reproducteurs). C'est là le champignon parfait que M. Martius nomme *Fusisporium Solani*.

La pomme de terre devient de plus en plus sèche et dure, le tissu cellulaire est déchiré, les sucs altérés, les parties fibreuses se convertissent en ulmine ; la partie mucilagineuse est diminuée, l'albumine est disparue ; beaucoup de grains de fécule sont altérés, déchirés, et présentent des points saillants irréguliers ; ce sont, au dire du savant auteur de la note que nous analysons, les premiers rudiments du champignon, qui se développent si le tubercule a encore assez d'humidité. Si on met le tissu altéré dans l'eau, les grains se développent sous forme de filaments confervoïdes.

Selon le secrétaire de l'Académie de Munich, les spores s'introduisent par voie d'absorption et causent une véritable infection. Si on les répand sur une tranche de pomme de terre saine, venant de pays non affectés, le tubercule montre bientôt les taches sphacéleuses, la pomme de terre se sèche, et quelques mois après on voit sortir le champignon sous forme filamenteuse.

Voilà des observations précises présentées par un homme qui occupe une haute position dans la science.

Mais des observateurs très-habiles ont cherché à constater la présence du *Fusisporium Solani*, et n'ont pas réussi à le découvrir dans les tissus altérés de la pomme de terre. Ainsi, dès l'an dernier, notre collègue, M. Desmazières, a examiné ces tissus avec des instruments amplifiants très-parfaits et n'a pas vu la production qu'a indiquée M. Martius. Nous-mêmes nous avons fait de nombreuses observations afin d'en constater l'existence et n'avons pas mieux réussi. Nous rendrons compte de nos études d'une manière plus spéciale dans un instant, quand nous examinerons l'opinion de M. Payen.

Nous avons vu souvent des *coussinets filamenteux* se développer sur les tubercules altérés de la pomme de terre, surtout quand elle est placée dans un lieu humide, obscur, non aéré, comme une cave, l'intérieur d'une boîte de fer-blanc, mais ils étaient produits évidemment par l'humidité et l'état de pourriture auquel arrivait la pomme de terre, et n'étaient pas l'élongation d'un Mycelium développé dans l'intérieur des tissus. Les tranches de pommes de terre simples placées dans les mêmes conditions se couvrent pareillement de moisissure. Déjà, l'an dernier, M. Desmazières, en recherchant le *Fusisporium* de M. Martius, a constaté l'existence d'un champignon de ce genre sur les tubercules, mais il ne croissait que sur ceux qui étaient en état de pourriture, et non sur ceux affectés de gangrène sèche; et, de plus, il croissait à la surface et ne pénétrait pas dans l'intérieur des tissus; il est donc certain qu'il était consécutif à leur altération. Pour le distinguer du *Fusisporium* de Martius, notre collègue a imposé à son espèce le nom de *Fusisporium Solani tuberosi* (1).

Pour corroborer son opinion, M. Martius assure que des pommes de terre saines venues de pays qu'on dit non infectés se sont cariées par suite de l'aspersion des sporules des *Fusisporium* recueillis à la surface des tubercules malades. A ce sujet, nous dirons qu'il nous paraît bien difficile de déclarer qu'un pays est non infecté, et qu'une pomme de terre est saine, car nous avons vu des tubercules enfermés dans un état parfait, présenter de nombreuses taches de carie.

---

(1) Il est peut-être utile ici de faire une remarque : Nous avons quelquefois retiré de la terre des tubercules (surtout ceux de la variété blanche jaunâtre) recouverts de pustules blanches, nombreuses, espacées, arrondies, paraissant comme filamenteuses, un peu saillantes, qu'on aurait pu prendre pour une petite mucédinée. Mais ces pustules, examinées au microscope, nous ont paru n'être qu'une efflorescence de grains de fécule; l'épiderme se crève, les grains sortent des cellules, se séparent et forment ces petits amas blancs dont nous venons de parler et qu'il ne faut pas confondre avec un champignon.

Les faits publiés par M. Martius ne nous paraissent donc pas suffisants pour entraîner la conviction, et sans contester l'existence du *Fusisporium* décrit par le savant secrétaire de l'académie de Munich, dans certaines affections de la pomme de terre, nous pensons qu'il n'est pas la cause de la maladie du tubercule que nous observons dans nos régions; nous pensons de plus que l'existence de cette production parasite ne suffirait pas pour expliquer tous les faits. Le savant de Munich n'a parlé que de l'altération des tubercules et de la cryptogame qu'ils recèlent; ces circonstances n'expliquent pas comment les feuilles de la plante et ses tiges aériennes se dessèchent et meurent, car les tubercules ou les tiges souterraines sont formés par la plante et ne la nourrissent pas, ils produiront les tiges de l'année suivante, et sont nourris par les sucs élaborés par celles qui végètent actuellement. L'altération des tubercules paraît donc devoir être consécutive, et, en effet, on voit d'abord les feuilles se tacher, se dessécher; la tige participe à la maladie des feuilles, les tubercules ne se forment qu'en petit nombre, et leur volume est peu considérable, puis ils s'altèrent. Ainsi, la cause première du mal ne peut être dans le tubercule.

Frappé de ces faits, M. Morren, professeur à l'académie de Liége, a examiné les feuilles du *Solanum tuberosum*, cultivé dans les champs de la Belgique. Il n'a pas tardé à constater qu'elles se recouvraient d'un champignon de l'ordre des mucédinées, du genre *botrytis:* les feuilles commencent à se couvrir de taches pâles sur lesquelles naît le *botrytis*, qui consistent en filaments blancs, extrêment ténus, épars, dressés, présentant quelques renflements qui les font souvent paraître comme noueux, garnis vers le sommet de quelques rameaux un peu étalés, portant au sommet et latéralement des spores ovoïdes, subabiculés, blancs, et contenant un *nucleus* ou noyau granuleux.

L'existence de cette production ne saurait être mise en doute,

elle a été décrite non seulement par M. Morren, mais encore par M. Montagne, qui, dans la note qu'il a lue à l'académie des sciences, le 31 août dernier, lui a donné le nom de *Botrytis infestans*, nom qui indique une croyance à l'influence pernicieuse de cette végétation; elle a été observée aussi par M. Kickx, par notre collègue M. Desmazières, par nous tous : elle est si répandue, qu'il suffit pour la rencontrer d'examiner avec une simple loupe, ou même à l'œil nu, les feuilles d'une plante du *Solanum*, atteinte par la maladie. Dans une lettre que M. Desmazières a adressée le 21 septembre à la commission d'agriculture, il propose de nommer la mucédinée dont il est question, *Botrytis fallax*, nom qui indique que cette production a induit en erreur les observateurs qui l'on regardée comme la cause de l'altération des tubercules. M. Morren pense que les sporules, corps reproducteurs du *Botrytis*, sont absorbées, qu'elles sont portées dans toutes les parties de la plante et qu'elles y sont une cause d'infection; leur action délétère s'exerce d'abord sur les feuilles, sur les tiges, enfin sur les tubercules dont elles altèrent le tissu.

Cette opinion a obtenu une très-grande faveur, elle a été pleinement adoptée par la commission de la société d'agriculture de Valenciennes; la société de Dunkerque penche fortement à l'accepter sans restriction; mais elle a été repoussée par MM. Decaisne, Kickx, Desmazières, qui ont considéré la naissance de la mucédinée dont il s'agit comme étant l'effet et non la cause de la maladie. Il ne peut entrer dans notre plan de discuter *in extenso* l'opinion de M. Morren, nous nous contenterons d'apprécier les faits principaux sur lesquels elle s'appuie, et de donner le résumé de nos propres observations.

M. Morren fonde son opinion sur la généralité de l'existence du Botrytis à la surface des feuilles du Solanum qui éprouve les atteintes de la maladie. Mais tout le monde sait qu'une multitude de moisissures se développe sur les substances organiques qui

s'altèrent et se décomposent : la présence de la mucédinée signalée par M. Morren peut donc être le résultat de l'altération de la plante aussi bien que la cause.

M. Morren a inoculé les sporules du Botrytis sur des plantes saines, elles se sont développées, et en quelques jours toutes les plantes ont été infectées. Nous admettons que les expériences faites par M. Morren ont amené les effets décrits par ce savant recommandable. Mais quelle valeur peuvent-elles avoir, quelle conclusion rigoureuse en peut-on tirer? Les plantes sur lesquelles l'inoculation a été pratiquée ont été atteintes de la maladie! Mais les circonstances qui l'ont produite ont été telles que pas une tige, dans de vastes campagnes, n'a été épargnée. Pourquoi celles qui ont été inoculées auraient-elles fait exception?

Mais, dit-on, on a couvert certaines plantes, et celles-là sont restées saines! Mais précisément ces plantes ont été ainsi mises à l'abri de l'humidité et du froid, qu'on a regardés comme les causes de la maladie. S'il en est ainsi, les plantes soustraites à leur influence doivent en être exemptes. Ne faut-il pas admettre cette explication plutôt que de croire qu'elles ont été soustraites à une infection? Car si les sporules sont d'une ténuité excessive, si, comme le dit M. Morren, elles sont produites par milliards en quelques heures, est-il bien facile de mettre une plante à l'abri de la contagion? Evidemment ces sporules impalpables pénétreraient partout, et les plantes même soumises aux expériences en seraient infectées à l'avance. Nous ne trouvons donc pas dans les faits rapportés par le savant professeur de Liége des preuves suffisantes de l'infection qu'il admet. D'ailleurs cette infection elle-même est-elle admissible? M. Morren affirme que le *Botrytis infestans* agit, pour ainsi dire, comme agissent, chez les animaux, les miasmes, les virus, les substances délétères : or, il répugne de croire à un pareil mode d'action sur les propriété vitales des végétaux ; il n'a point été

jusqu'à présent constaté chez eux d'une manière expérimentale. Une telle influence reste à l'état d'hypothèse. Si l'on parvient à empoisonner des plantes, comme l'ont fait d'anciens expérimentateurs, en leur faisant absorber de l'alcool camphré, par exemple, ou, comme l'a fait M. Boucheries, dans les récentes expériences tentées pour introduire dans les arbres le pyrolignite de fer, des alcalis, des matières colorantes, etc, toutes ces substances ont été retrouvées dans les tissus; elles se sont même combinées avec leurs principes immédiats, elles en ont changé la nature; elles en ont modifié les propriétés; elles ont pu éteindre le principe vital. Dans le cas qui nous occupe on ne voit rien de semblable à ces combinaisons chimiques. Lors même qu'on pourrait admettre d'une manière générale la théorie d'infection et des lésions vitales par l'action délétère d'un miasme chez les végétaux, l'application de cette doctrine à la maladie actuelle serait repoussée par les faits : effectivement, si l'influence du *Botrytis infestans* était telle qu'il suffit à détruire la vie de la plante, le tubercule attaqué ne produirait plus de tiges nouvelles, les bourgeons seraient tués avant leur développement : or, on observe le contraire; les tubercules cariés reproduisent des plantes qui commencent par végéter avec vigueur. Sur des pommes de terre placées cette année dans son grenier, M. Lefebvre a observé, et j'ai fait une observation semblable dans ma cave, qu'il se forme des petits tubercules sains; ce sont les bourgeons qui se sont hâtivement développés et qui ont pris une forme particulière.

M. Bachy a présenté à la commission des tubercules profondément altérés, qui avaient produit des tiges parfaitement saines, lesquelles étaient nées au contact immédiat des parties altérées; il y avait des bourgeons développés au milieu des taches mêmes de la carie. Si la maladie se produit par une infection qui se transmet dans tous les appareils organiques, si la matière infectante est si délétère qu'il suffit de quelques globules microsco-

piques introduits dans la plante à l'aide d'un scapel pour la tuer, comment des tiges pures de toute altération peuvent-elles naître du sein même des tissus en contact avec les parties désorganisées? Cela ne nous paraît guère admissible. Il est un fait d'un autre ordre, observé par M. Desmazières, et qui nous paraît aussi repousser péremptoirement l'idée de contagion. Notre collègue, qui refuse d'ailleurs de l'admettre, parce que, suivant lui, il est inouï qu'une cryptogame détruise complètement une récolte, a constaté la présence du même Botrytis, le *B. infestans* ou *fallax*, sur les pieds d'ortie, qui n'en éprouvaient aucun dommage. Comment dès lors croire à cette influence délétère qui porterait la mort dans les tissus du *solanum*.

La science d'ailleurs n'admet, quant à présent, l'influence des cryptogames parasites qu'alors qu'ils se développent dans les tissus des végétaux, qu'ils les altèrent, les épuisent par leur succion, les déchirent, les obstruent, les désorganisent par leur développement.

Dans ce cas, il faudrait suivre les sporules absorbées dans les différents conduits qu'ils parcourent, et les rencontrer dans les parties altérées. Cela n'a pas été fait: dira-t-on que leur ténuité est un obstacle à la constatation de leur présence? Mais on a suivi les granules polliniques jusque dans les ovules : assurément la matière fécondante est bien aussi ténue que les sporules des Botrytis.

Si l'on ne pouvait découvrir les corpuscules reproducteurs dans les canaux qu'ils parcourent, il faudrait les voir se développer ou trouver le végétal parasite reproduit en entier. Pour que le *Botrytis infestans* fût la cause de la maladie, il faudrait donc qu'il fût suivi de développement interstitiel d'une végétation cryptogamique. Il faudrait voir quelle transformation elle subit dans les tissus, comment elle les altère, les dénature, les détruit par son développement. Quand l'*Uredo Caries* (la Carie), l'*Uredo Carbo* (la Nielle), le *Scletorium Clarus*

(l'Ergot), détruisent les grains du blé ou du seigle, ces grains sont totalement envahis par ces cryptogames qu'on trouve en masse dans les organes anéantis. Si le Botrytis désorganise le Solanum par ses sporules absorbées, il faut trouver le Botrytis dans les organes altérés.

Le système de M. Morren devrait concorder, en quelque sorte, avec celui de M. Martius ; nous disons concorder à dessein, car les mucédinées observées par ce dernier dans les tubercules sont fort analogues à celle observée sur les feuilles par le professeur de Liége ; celle-ci appartient au genre *Botrytis*, celle-là est rapportée au *Fusisporium;* or, ces genres ne diffèrent que parce que dans le Fusisporium les filaments sont entrelacés, rameux, les spores fusiformes, tandis que dans le Botrytis les filaments sont dressés, libres, et les sporules globuleuses ou oblongues.

Cette remarquable relation qui existe entre les idées des deux savants physiologistes doit faire une loi de mettre en usage tous les moyens de vérification qui nous sont donnés pour arriver à un résultat précis ; aussi n'avons-nous pas manqué de répéter avec un soin extrême les expériences faites par M. Payen.

Cet habile observateur, qui a appliqué avec tant de succès la chimie à l'étude du *développement des végétaux*, vient de présenter à l'Institut (séance du 15 septembre) un travail digne d'intérêt, dont nous allons extraire les faits essentiels ; les voici tels qu'ils les décrit.

Lorsque les tubercules attaqués sont soumis à l'ébullition, dans l'eau, pendant trois heures, les cellules du tissu sain se désagrégent ; celles des parties envahies par la maladie restent agglomérées.

Si on fait bouillir les parties agglomérées pendant quatre heures dans l'eau aiguisée par 1/100 d'acide sulfurique, on élimine toute la fécule colorable par l'iode.

Si alors on enlève l'acide et les sels solubles par des lavages à grandes eaux, on trouve des cellules transparentes enveloppées et unies entre elles par des filaments qui pénètrent au travers de leurs parois et forment un lacis dans leur intérieur.

Quelques gouttes de solution aqueuse d'iode donnent une teinte plus foncée tirant au jaune à la partie filamenteuse, tandis que la cellule reste transparente. Si alors on ajoute une goutte d'acide sulfurique concentré, la fécule qui n'avait pas été désagrégée par l'ébullition, devient libre et se colore en bleu.

Ces expériences délicates et fort intéressantes méritaient d'être répétées. Nous avions à cœur de ne rien négliger pour arriver à une conviction absolue.

M. B. Corenwinder, préparateur de M. Kuhlmann, fit cuire des pommes de terre altérées, avec toutes les préparations indiquées par M. Payen. Il ne se contenta pas de les faire bouillir pendant quatre heures, dans l'eau aiguisée par 1/100 de son poids d'acide sulfurique, il fallut un temps plus considérable pour séparer le parenchyme de la fécule.

Il me remit les parties altérées ainsi traitées, et je les examinai au microscope d'Amici avec un grossissement varié de 250 à 780 fois.

Les cellules de ce tissu étaient remplies d'une matière formée de granules excessivement petits ; elles étaient peu unies, et on voyait entre elles, d'une manière fort peu distincte, des filets irrégulièrement ramifiés, indiqués par une ligne obscure ou deux lignes fort rapprochées.

Pour les rendre plus visibles, j'employai alors les moyens indiqués par M. Payen ; je désagrégeai les parties à l'aide d'une goutte d'acide sulfurique, et j'ajoutai ensuite une goutte de teinture d'iode.

La substance contenue dans les cellules se colora en bleu,

et les filaments, plus apparents, devinrent jaunes ; mais, comme je le disais à la Société dans la séance du 17 octobre, je ne pus jamais distinguer du tissu lui-même ces lignes de couleur plus foncée, irrégulières, rameuses, qui ont été indiquées comme une production filamentiforme; je ne pus voir isolés ces filaments ténus, devenus jaunes par l'emploi de l'iode paraissant remplir la cellule transparente dont ils auraient percé les parois. Jamais je ne pus les voir libres ou dépassant les cellules déchirées.

J'étais donc disposé à croire que ces apparences de filets n'étaient que les points de jonction des cellules, vus directement ou à travers les membranes, les repris et les bords de celles-ci. Il n'aurait été possible d'admettre la présence du mycelium d'un champignon que si l'on pouvait isoler parfaitement les productions filamentiformes du tissu propre des tubercules ; tant que je ne voyais que des lignes irrégulièrement rameuses confondues avec le tissu, sans s'en séparer ni le déborder, je pouvais croire qu'elles appartenaient au tissu lui-même. Cette opinion serait devenue évidente, si les mêmes apparences avaient été produites par le tissu sain. Je pris donc tour-à-tour le tissu non altéré, soit des pommes de terre malades, soit des pommes de terre qui ne présentaient aucune tache ; j'en plaçai de minces lambeaux sur une lame de verre, je les malaxai avec une tige de verre, afin de débarrasser le tissu de la plus grande partie de la fécule. Après cette opération, j'eus du tissu cellulaire transparent et en partie déchiré, et j'observai exactement les filaments ou plutôt les lignes irrégulières et ramifiées que j'avais vues sur les tubercules qui avaient subi les longues préparations indiquées par M. Payen.

Il me parut donc évident que les lignes irrégulièrement ramifiées qu'on avait prises pour le mycelium d'un champignon ne sont que des lignes formées par la juxtaposition des parois et leurs plicatures, etc. Celles qui sont formées par les soudures des

parois externes, leurs déchirures et leurs plis, semblent correspondre au Fusisporium de M. Martius; celles qui sont formées par les plis de la membrane interne et les traces de matière brune correspondent particulièrement aux parties pénétrantes des filaments de M. Payen.

En vous communiquant ces faits dans votre séance du 17 de ce mois, je vous disais qu'il est facile, dans des observations si délicates, de se laisser tromper par des illusions d'optique. J'avais désiré en conséquence faire examiner les faits que j'avais observés par un expérimentateur habile, et j'avais engagé notre collègue M. Delezenne à les vérifier. Toutes les tentatives que nous fîmes pour distinguer les lignes irrégulières et rameuses présentées par le tissu sain, de celles qu'on remarquait sur le tissu altéré, furent infructueuses; nous fîmes aussi des efforts impuissants pour séparer les lignes des tissus qui les portaient : ces lignes semblaient disparaître, et il s'en présentait d'autres quand on variait le foyer : elles ne nous paraissent donc pas avoir un corps distinct.

Je vous disais de plus dans la même séance que j'avais fait part de mes observations à M. Decaisne.

Aujourd'hui, j'ai l'avantage de pouvoir vous dire que le savant observateur, qui a eu sous les yeux les préparations mêmes de M. Payen, me déclara de la manière la plus formelle, dans une lettre qu'il m'a adressée avec un extrême empressement, que c'est mal à propos qu'on lui a fait dire qu'il avait vu les végétations cryptogamiques de M. Payen; qu'il a dit, au contraire, à l'illustre chimiste qu'il n'avait pas observé dans le tissu un champignon filamentiforme, mais une vésicule contractée et plissée, et des lambeaux de substance brune; que la substance brune pénétrant les utricules et entourant les grains de fécule, constitue une sorte de réseau à mailles irrégulières; que l'utricule primordiale se sépare et devient flottante; que cependant cette utricule intérieure conserve quelquefois des points d'adhé-

rence avec la membrane extérieure, et que ce sont ces points d'union qui ont été considérés par M. Payen comme des filaments qui percent la membrane extérieure; enfin que dans le tissu sain on aperçoit tout aussi bien que dans le tissu malade ce qui est regardé comme une énorme végétation cryptogamique; que conséquemment il est complètement d'accord avec moi. Le savant M. Decaisne ajoute qu'il a fait observer tous ces faits au professeur Brogniart; qu'il lui a prouvé que les spores des Oïdium, des Fusisporium se dissolvent dans l'acide chlorhydrique bouillant, tandis que les tissus qui présentent le réseau résistent à son action; enfin, il lui a montré que les parties brunes des fruits charnus altérés offraient les mêmes caractères, et se comportaient sous le microscope et sous l'influence des acides comme le tissu altéré de la pomme de terre.

Ces observations, que nous a communiquées M. Decaisne, qui a bien voulu y joindre des dessins extraits d'un travail qu'il prépare pour l'Institut, ne peuvent laisser aucun doute sur la non-existence du champignon regardé par M. Payen comme la cause de l'altération des pommes de terre, et nous donnent la précieuse assurance que nous avions bien observé. A ces autorités on doit joindre, s'il faut en croire les journaux, celle de M. Mohi, dont les travaux ont fait faire des progrès extrêmement notables à l'anatomie et à la physiologie végétale. Cet illustre observateur n'admet pas qu'un champignon soit la cause de la maladie des tubercules. Il nous paraît donc évident qu'on ne peut admettre comme cause de la maladie actuelle des pommes de terre une végétation cryptogamique qui se développerait dans leur tissu, de même qu'on doit regarder comme une pure hypothèse, l'infection que M. Morreau dit causée par les sporules du Botrytis qui seraient absorbées par les feuilles, et agiraient, selon ce professeur, à l'instar des miasmes.

Cette opinion semblait adoptée par un homme qui a une grande autorité en ces matières. On a imprimé dans des recueils

scientifiques, que le célèbre cryptogamiste M. Montagne avait adopté l'opinion du professeur de Liége. Mais ce puissant appui lui manque maintenant. Vous vous rappelez que dans la même séance où j'ai donné à la société communication de la lettre de M. Decaisne, M. Desmazières a lu une lettre de M. Montagne qui annonçait que sa pensée avait été mal traduite, qu'il l'a déclaré à la société philomatique, et qu'il croit devoir se renfermer dans le doute le plus absolu sur l'étiologie de la maladie.

Nous sommes donc forcés de déclarer que si jusqu'à présent la cause de la maladie qui attaque les tubercules de la précieuse solanée dont la culture est aujourd'hui si universellement répandue, reste enveloppée d'obscurité, au moins on ne peut l'attribuer au développement d'une cryptogame parasite.

REMÈDES.

Si les causes du mal sont restées si obscures, on doit s'attendre à rencontrer une grande divergence d'opinions sur les moyens à employer pour les combattre. Ces moyens peuvent être préservatifs, ou, si l'on peut ainsi parler, curatifs. Les moyens proposés pour prévenir le retour de la maladie ont été divers, et en rapport avec les idées qu'on s'était formées de la nature de l'altération : ceux qui ont attribué la maladie à l'humidité, attendent avec espoir une année plus favorable et conseillent, de plus, de choisir pour planter les terrains sablonneux et les terres fortes les mieux exposées, d'espacer les lignes pour laisser mieux circuler l'air, d'amender le sol par la chaux, les cendres, etc.

Ceux qui regardent la maladie comme une dégénérescence de nos types conseillent de les renouveler par des semis, ou par des tubercules tirés des contrées où ils ne sont pas atteints par la maladie, et même des contrées d'origine.

Le renouvellement par semis ne paraît pas satisfaisant, au

moins quand les graines proviennent de plantes malades, puisque des tubercules produits par graines étaient déjà altérés cette année ; il faudra avoir recours au renouvellement des tubercules eux-mêmes, et tirer ceux qu'on veut planter de pays éloignés; nous citerons dans un instant une grave autorité en faveur de ce procédé. On conseille encore de donner aux plantes des engrais fort stimulants; de ne les placer que dans les champs qui depuis longtemps n'ont pas porté ce genre de récolte. Nous approuvons fort ces pratiques; cependant, nous devons dire que notre associé M. Lecat nous a cité l'exemple d'un champ qui produit des pommes de terre depuis vingt-deux ans sans interruption et qui, cette année, a donné une meilleure récolte que celle de beaucoup de champs dont l'assolement a été régulier.

Ceux enfin qui pensent que la maladie est causée par une production du genre Fusisporium conseillent de brûler avec soin toutes les fanes, de ne point planter la pomme de terre dans les terrains qui en ont eu depuis quelques années, de nettoyer, aérer, laver à la chaux les lieux où les tubercules ont été conservés, et d'employer le chaulage pour les tubercules qu'on plantera l'an prochain.

Mais si l'infection se propageait par l'absorption de sporules développées par milliards dans l'espace de quelques heures, selon M. Morren, si d'un autre côté la faculté reproductive des sporules se conserve pendant une série d'années extrêmement longue, comme le pense M. Martius, il serait bien difficile de se mettre à l'abri d'une contagion si intense. Heureusement qu'une pareille source d'infection n'est guère admissible; en présence des faits observés, on croit peu à l'infection du sol.

Cependant, malgré le peu de foi qu'on peut ajouter aux idées d'une affection miasmatique, nous pensons qu'on peut sans dommage recommander les moyens ci-dessus énoncés : ils sont

peu dispendieux, conformes aux pratiques habituelles de nos campagnes, il peut être utile de les employer. Il ne faut pas qu'on puisse se reprocher d'avoir négligé aucun moyen dans une circonstance aussi grave; mais, selon nous, il ne faut pas les adopter en repoussant les autres, mieux vaut les mettre tous ensemble en usage. Renouvellement des tubercules, chaulage, combustion des fanes, purification des lieux de dépôt, rien ne doit être omis. Ce sera à la société à faire des expériences comparatives pour constater l'efficacité de chacun des procédés, et peut-être devrait-elle se livrer à d'autres tentatives, par exemple varier les engrais et les amendements, etc.

On a encore proposé quelques pratiques dont nous devons faire mention. On a conseillé la culture d'hiver: on a remarqué que le mal atteint la pomme de terre tardivement, et que si on pouvait faire la récolte plus tôt on éviterait les ravages de la carie. Dans cette pensée, on planterait depuis le mois d'août jusqu'en octobre, pour récolter les tubercules au printemps, cette méthode exige qu'on recouvre les plantes d'une litière et qu'une couche de terre soit placée au-dessus de la litière. Celle-ci n'est point perdue, puisqu'elle sert à fertiliser le champ. Mais évidemment les travaux multipliés qu'entraîne une telle culture empêcheront qu'elle ne soit adoptée dans les exploitations agricoles. Tout au plus pourra-t-elle être mise en usage par les horticulteurs; cependant quelques personnes pensent qu'en enterrant les tubercules à 30 centimètres de profondeur, on les mettrait à l'abri de la plupart de nos hivers. Si l'expérience confirmait cette assertion, la méthode de culture hivernale deviendrait plus praticable.

Nous venons de parler des moyens préservatifs; voyons ceux qu'on a conseillés pour arrêter les progrès du mal quand il existe.

Lorsque la maladie s'est installée dans un champ, y a-t-il alors quelque chose qui puisse en suspendre la marche? Jusqu'à pré-

sent, ce qu'on a tenté a été parfaitement vain, M. Floris-Bonenfant, fermier à Marcq-en-Barœul, a arrosé ses pommes de terre, aussitôt que les feuilles se sont frisées, avec des vidanges, il a répandu sur ses champs de la chaux mélangée avec les balayures de la cour de la ferme. Les feuilles se sont conservées vertes un peu plus longtemps que sur les champs voisins, même quelques tiges déjà fortement atteintes ont fourni des pousses nouvelles, mais en définitive la récolte a été tout-à-fait nulle. La Société de Douai a divisé en quatre parties vingt ares plantés en pommes de terre : sur l'une elle a essayé la chaux, sur la deuxième l'eau de chaux, sur la troisième la méthode qui consiste à faucher les fanes, enfin sur la quatrième on n'a rien fait ; la récolte a été la même dans tous les cas.

MOYENS DE CONSERVATION, ET EMPLOI DES TUBERCULES CARIÉS.

Il est notoire que les pommes de terre atteintes de carie se détériorent de plus en plus; il est également avéré que les pommes de terre altérées conservent en partie leur propriété nutritve, les grains de fécule restant intacts en très-grand nombre dans la partie malade; quant à ceux des parties encore saines, ils n'ont pas subi de changement. En outre, bien que les tubercules qui sont endommagés exhalent une odeur désagréable, on n'a point remarqué qu'ils fussent nuisibles aux hommes ni aux animaux qui en font usage. On a imprimé que les porcs et autres animaux domestiques qui s'en étaient nourris avaient contracté des maladies qui avaient entraîné la mort. Mais ces assertions paraissent contraires à l'observation. Notre collègue M. Lefebvre a fait des tubercules altérés la base de la nourriture de plusieurs porcs. Il n'en ont pas ressenti le plus léger inconvénient. Des hommes se sont nourris des tubercules avariés ; M. Bonjean de Chambéry a avalé le suc qu'il en avait extrait sans aucune incommodité, si ce n'est un peu d'ardeur à la

gorge. Ce serait donc une mesure désastreuse de proscrire la vente des tubercules malades, comme la société d'Avesnes annonce qu'on l'a fait à Maubeuge et à Mons, comme la société de Dunkerque le demande formellement, comme celle de Valenciennes l'a fait faire par l'intermédiaire des autorités de cette ville.

Mais la maladie tendant à se développer de plus en plus, on doit rechercher les moyens d'arrêter les progrès du mal dans les tubercules malades; ou, si on ne pouvait suspendre ces progrès, à tirer au moins parti d'une matière alimentaire qui va s'avarier complétement.

Tout le monde a conseillé de conserver les tubercules dans un lieu sec et susceptible d'aération; nulle condition n'est plus propre en effet à empêcher le progrès de la pourriture ou le développement des champignons de l'ordre des mucédinées, etc.

On a proposé d'étendre les pommes de terre sur un lit d'un seul tubercule de hauteur, mais on conçoit de quel emplacement il faudrait disposer pour y garder une provision de quelque importance. C'est encore un moyen dont l'emploi sera fort restreint.

M. Payen pense qu'il serait avantageux d'alterner les lits de pommes de terre avec des couches de cendres de charbon, de chaux, de tannée : il nous paraît vraisemblable que ce procédé serait utile, et qu'en certaines circonstances il serait réellement praticable.

On a compris qu'il serait fort difficile d'arrêter une altération aussi profonde que celle qui attaque les pommes de terre cette année : aussi a-t-on engagé les cultivateurs à tirer parti le plus promptement possible de leurs tubercules.

La fécule existant encore dans les parties altérées, on a proposé d'en faire l'extraction; cette pensée est fort rationnelle, mais les moyens d'exécution manqueront probablement : les

féculeries sont organisées pour travailler tout l'hiver, et même une partie du printemps, les approvisionnements devront donc subir une profonde détérioration. De plus la fécule retirée des tubercules altérés sera grise et de moindre qualité ; ensuite la fécule a un emploi limité et ne peut remplacer le tubercule pour la nourriture des animaux et de l'homme lui-même.

On a proposé encore de convertir la fécule des pommes de terre en glucose. Mais les mêmes objections se présentent ici, et de plus, cet emploi, qui empêcherait une perte totale, ne remédierait point au défaut d'alimentation.

Il est un moyen qui a été conseillé fort anciennement pour la conservation des pommes de terre saines, afin d'utiliser toute la partie nutritive pendant l'année entière, et qui conviendrait dans le cas actuel. Ce moyen consiste à couper les pommes de terre par tranches et à les dessécher par la chaleur artificielle ; il est indiqué dans la partie botanique de l'*Encyclopédie*, à l'article *Morelle*. Au premier abord, ce moyen paraît aussi peu praticable que les précédents, mais quand on pense que les cultivateurs possèdent ou doivent posséder des coupe-racines qui fonctionnent bien, que la dessiccation a été non seulement indiquée, mais opérée pour la betterave, qui est bien autrement succulente que la pomme de terre ; que ce procédé appliqué à la conservation de celle-ci aurait des avantages, non seulement dans les années exceptionnelles, mais d'une manière constante, parce qu'ainsi on aurait des pommes de terre pendant toutes les saisons ; il semble que l'on pourrait installer d'une manière permanente des appareils peu dispendieux qui seraient utiles toujours, éminemment avantageux dans certains cas.

M. Kuhlmann a fait connaître à la commission un moyen de conservation usité en Suisse, et qui sera employé utilement pour l'alimentation des bestiaux : il consiste à faire cuire les tubercules et à les tasser dans des tonneaux, en en couvrant de sel les lits successifs.

Tout ce que nous venons de dire sur les moyens de conserver les tubercules, et surtout sur les remèdes qui nous sont donnés pour combattre le fléau qui désole nos campagnes, n'a rien de bien satisfaisant ni de rassurant; il y a aurait lieu, en déplorant le présent, de concevoir de sérieuses appréhensions pour l'avenir, si les recherches que nous avons faites ne nous avaient appris que bien que la maladie qui préoccupe les esprits n'ait jamais eu, à ce qu'il paraît, le degré d'intensité qu'elle a acquis dans ces dernières années, au moins elle ne paraît pas nouvelle; conséquemment nous devons espérer que nous parviendrions à neutraliser ses effets. Je crois devoir transcrire ici un extrait du *Dictionnaire d'Agriculture* de l'abbé Rozier; il nous semble propre à calmer les inquiétudes des esprits timorés.

Je l'emprunte au tome 8, à l'article pomme de terre, page 188 :

« Malgré les avantages réunis de la saison, du sol, et de tous les soins qu'exige sa culture, la pomme de terre est assujettie à des maladies comme les autres végétaux, elle diminue de production et de qualité à mesure que la même espèce vient à occuper le même terrain pendant plusieurs années consécutives; tantôt la même espèce est plus fibreuse qne farineuse; tantôt elle a un goût amer et piquant, on éprouve en la mangeant un sentiment à la gorge qui se dissipe difficilement; quelquefois enfin, son organisation est tellement altérée qu'elle ne fleurit ni ne multiplie, et qu'au lieu de produire des tubercules charnus et farineux, elle ne donne que des racines chevelues et fibreuses.

» On remédie à ces différentes espèces de dégénération, alarmante pour les cantons qui les éprouvent, en imitant ce qui se pratique à l'égard des grains, c'est-à-dire en changeant de semence. Mais le moyen le plus efficace d'arrêter le mal à sa source, c'est de renouveler par l'emploi des semis les espèces fatiguées ou abâtardies.

» Mais une maladie qui paraît affecter plus particulièrement

la pomme de terre connue dans le Lyonnais sous le nom de *frisolée*, et en Flandre sous celui de *pivre*, a pour caractère d'avoir : la tige d'un vert brunâtre, comme bigarré, les feuilles plissées, maigres, frisées, et près de la tige, marquée de points jaunâtres et d'une texture fort irrégulière. Quelques auteurs allemands ont décrit cette maladie, qu'ils attribuent à la semence plutôt qu'au terrain ou à la saison.

» Les expériences suivies qu'a faites M. de Chancey, prouvent qu'il y a des variétés plus exposées à cette maladie ; que celles qui proviennent des montagnes en sont moins susceptibles que celles des plaines ; que les rouges longues et rondes y sont plus sujettes que les blanches, et que comme le tubercule qui a donné une plante frisée en produit de même l'année suivante, il est essentiel après que les plantes sont levées de les visiter soigneusement, afin d'arracher tous les pieds malades et de les remplacer aussitôt ; car on ne saurait trop prendre de précautions pour éviter une maladie capable de diminuer la récolte d'un dixième. Mais une observation à faire, c'est que les semis sont insuffisants pour la prévenir, puisque des pommes de terre venues par cette voie ont présenté quelques pieds également frisés.

» Les pommes de terre sont encore sujettes à la rouille comme les blés. Il se trouve quelquefois à la surface des feuilles des gouttes d'eau. Les rayons trop ardents du soleil en forment bientôt des taches qui font languir la plante. *Les racines ont quelquefois dans leur intérieur des nodosités noires, semblables à des squirres, et sont plus dures, plus filamenteuses qu'à l'ordinaire.* Pour juger si ces défauts se conservaient d'âge en âge, se communiquaient, et si on pouvait les saisir dans les développements de la fructification du végétal, par quelque caractère particulier, j'ai planté des pommes de terre squirreuses seules et ensuite réunies à d'autres saines ; j'ai remarqué qu'elles végétaient plus lentement, et que si les tubercules étaient sans ces

défauts, leur petit nombre devait les faire rejeter pour la plantation ; enfin, quand ils avaient ce défaut, il valait mieux les donner aux bestiaux, sans craindre que leur usage pût être suivi d'aucun inconvénient.

» La pratique sage des bons cultivateurs qui ont grand soin de changer chaque année de semence, de se servir toujours de celle moissonnée dans des terrains et à des aspects opposés, doit être rappelée ici pour la plantation des pommes de terre, si l'on veut éloigner la dégénération. Il faut donc préférer celles venues à quelque distance du lieu où l'on veut les mettre, et ne planter sur les terres fortes et élevées que les pommes de terre des fonds bas et légers. »

Il semble, ce sera au moins l'avis de beaucoup de personnes, que cet article a été écrit hier et pour la circonstance même qui jette l'inquiétude dans les esprits : tant est grande l'analogie qui existe entre les altérations qui y sont signalées et celles que nous étudions aujourd'hui, tant on indique avec calme et assurance les moyens de parer au mal.

Cette notice a cependant été imprimée en 1789! elle peut inspirer la confiance par la puissante raison qui a présidé à sa rédaction : elle a été écrite par Parmentier! *M. Bosc*, dans l'article qu'il a inséré dans l'*Encyclopédie*, décrit les mêmes altérations qu'a signalées Parmentier, et dans lesquelles nous croyons renconnaître celle qui désole actuellement nos campagnes. On peut donc croire que la maladie qui préoccupe si vivement l'attention publique a existé, et qu'elle a interrompu ses ravages ; conséquemment, on doit espérer qu'elle les interrompra encore.

Pour nous résumer en un seul mot, nous dirons qu'il nous semble que ce qu'il y a encore de mieux à faire aujourd'hui est de suivre le conseil donné, il y a plus d'un demi-siècle, par l'homme qui a tant contribué à la culture de la pomme de terre en France ; il faut changer les tubercules, choisir pour une con-

trée ceux qui ont été produits dans des contrées placées dans des conditions opposées, tirer des pays montagneux dont le sol est léger et sablonneux ceux qu'on veut planter dans les plaines humides dont le sol est froid et compact : prendre soin d'arracher dans les champs les plantes qui sortiront de leurs tubercules et présenteront les mêmes symptômes. Si l'on veut faire des semis, s'attacher avec un soin extrême à choisir des graines provenant de plantes saines, pour éviter la transmission héréditaire de l'altération organique. Tous les autres moyens ne doivent pas être condamnés, mais ceux qui viennent d'être énumérés doivent être considérés comme les principaux. La Société doit avoir une juste satisfaction en voyant que les études les plus approfondies ont prouvé que l'avis qu'elle a émis est encore le plus rationnel et celui qui est le mieux étayé par les faits. Elle ne pouvait rien faire de plus utile que de demander au Conseil général les moyens d'acheter des tubercules propres à régénérer nos plantes. Comme la somme accordée est modique, qu'elle doit la partager entre sept arrondissements dont la culture est étendue, nous lui proposons de solliciter du ministre de l'agriculture de nouveaux fonds pour le même objet.

Enfin, nous lui proposons de ne faire les acquisitions de tubercules qu'à une époque assez avancée, pour qu'on puisse avoir la certitude que ceux qu'on importera seront exempts des qualités que l'on redoute.



DISTRIBUTION SOLENNELLE DES PRIX.

Le 27 juillet 1845, la Société des sciences, de l'agriculture et des arts, de Lille, réunie extraordinairement à la Société d'horticulture du département du Nord, a tenu sa séance publique annuelle.

En l'absence de M. le Préfet, M. le Maire, membre honoraire de la Société, présidait la séance et a prononcé le discours suivant :

« Messieurs,

» C'est à un magistrat plus haut placé dans la hiérarchie administrative qu'appartenait l'honneur de présider cette solennité ; c'est d'ordinaire une voix plus éloquente qui vient préluder ici aux intéressantes dissertations des membres de la savante compagnie réunie en ce moment autour de nous.

» L'absence du chef de l'administration départementale nous a valu cette prérogative dont le sentiment de notre insuffisance nous conseillait de décliner l'exercice ; mais cette juste défiance de nous-même a cédé devant le désir de manifester nos sympathies pour un corps dont les utiles travaux ne restent en dehors d'aucun genre de progrès dans les sciences, dans les arts et dans l'agriculture.

» Ne pouvant s'associer que d'intention à l'utile mission dont la Société royale s'acquitte si dignement, la municipalité considère du moins comme un devoir, de ne laisser échapper aucune occasion de lui prêter un concours empressé, dans les limites de sa sphère d'action ; elle ne fait en cela qu'acquitter un trop juste tribut de reconnaissance, au nom des populations locales qui

sont plus particulièrement appelées à recueillir le fruit des études de ces hommes éclairés qu'anime le zèle le plus méritoire.

» Toujours disposé à favoriser la diffusion des lumières, le Conseil communal étend tour-à-tour sa sollicitude à l'encouragement des diverses parties qu'embrasse le domaine de la science. Naguère il a été au-devant de la Commission historique, pour aider, autant qu'il était en son pouvoir de le faire, à l'accomplissement des devoirs d'hospitalité que devaient trouver chez nous les hommes éminens réunis en Congrès archéologique. Aujourd'hui, il s'apprête encore à seconder les améliorations que réclame une branche intéressante de l'industrie agricole : il ne dépendra pas du bon vouloir des représentans de la cité, que notre pays ne soit bientôt doté de courses hippiques.

» Une dépendance essentielle de l'agriculture, de cette noble mère de toutes les autres industries, était restée dans un oubli malheureux au milieu de nos fertiles contrées, Il devenait nécessaire d'offrir un but d'émulation aux éleveurs de chevaux, de les stimuler, de les convier au perfectionnement des races, de les exciter enfin à tenter de louables efforts pour affranchir notre pays d'un tribut qu'il doit payer à l'étranger. N'est-il pas regrettable, en effet, qu'avec tous les éléments de succès, avec toutes les ressources accumulées sur un sol aussi fécond que le notre, il faille passer la frontière pour se procurer ces attelages de luxe dont l'emploi se multiplie de plus en plus dans l'arrondissement de Lille ! N'est-il pas fâcheux surtout que la France ne soit pas en état de se suffire à elle-même pour la remonte de sa cavalerie !

» Mais nous sommes heureux de pouvoir l'annoncer déjà ; l'appel que nous avons fait aux amateurs d'équitation a rencontré de vives et nombreuses sympathies parmi nos concitoyens, et tout nous porte à espérer que grâce au concours actif et zélé des membres de la Société hippique dont nous avons provoqué la formation, on parviendra bientôt à réaliser

un projet qui se recommande par un caractère d'utilité si réel.

» Ne conservant aucun doute sur la réussite de cette œuvre en faveur de laquelle les encouragements de l'État et du Conseil général de ce département ne sauraient faire défaut, nous devons compter qu'avant une année nos fêtes publiques s'embelliront de ces nobles exercices, qui réunissent au privilége d'attirer l'élite de la société, l'avantage plus précieux de créer de nouveaux éléments de ressources pour les classes moins favorisées de la fortune.

» Nous croyons avoir posé un problème digne d'éveiller l'attention des économistes de notre localité. Sa solution rentre plus particulièrement dans la spécialité de la section d'agriculture, dont la bienfaisante sollicitude a préparé les touchantes émotions qui vont tout-à-l'heure couronner cette cérémonie.

» La fête patriarcale à laquelle nous assistons ici, est une heureuse et belle inspiration. On ne peut trop féliciter les philanthropes qui l'ont instituée : ils ont acquis de justes titres à la reconnaissance de tous les cœurs généreux.

» Honneur aux hommes qui ont conçu l'idée d'aller chercher, jusque dans le fond des chaumières, ces fronts hâlés par le soleil et courbés sous le poids des années et des plus rudes labeurs, pour les couvrir de couronnes ! Les rides que va ombrager la feuille du chêne sont de nobles chevrons dignes de nos respects à tous ; car, bien différentes de ces stigmates honteux que l'ambition, l'intempérance et le vice impriment trop souvent avant l'âge, elles représentent à nos yeux des sillons creusés par la sueur du travail. Ces rides attestent une longue suite de fatigues, de privations, d'épreuves de tout genre, supportées avec résignation et courage, malgré les dangereuses suggestions du besoin. Elles résument, en quelque sorte, l'existence de l'homme des champs, c'est-à-dire de l'être le plus réellement utile à ses semblables.

» Honneur encore une fois à ceux qui ont disposé l'intéres-

sant tableau dont nos regards vont jouir! Ils méritent de partager les couronnes que leurs mains ont tressées pour d'autres; car eux aussi s'appliquent à faire fructifier les bonnes semences, eux aussi s'ingénient à perfectionner, en l'encourageant, la plus belle, la meilleure des cultures, celle des instincts vertueux, des sentimens qui ennoblissent le plus l'humanité. »

M. Le Glay, président de la Société royale, s'est exprimé en ces termes :

« Messieurs,

» Toutes les fois que j'ouvre le livre de Bernardin de Saint-Pierre sur les *Harmonies de la Nature*, je m'étonne et je regrette qu'à ce brillant commentaire de l'affinité qui règne parmi les œuvres matérielles de la création, le célèbre écrivain n'ait pas ajouté un chapitre sur l'harmonie des choses intellectuelles. Quel beau sujet à traiter en effet que cette coordination mystérieuse et nécessaire qui unit entre elles toutes les sciences, toutes les productions de l'esprit, toutes les manifestations de la pensée, disons plus, toutes les tendances utilement laborieuses de l'humanité!

» Jamais cette heureuse alliance ne fut plus manifeste qu'aujourd'hui ; et néanmoins les anciens ne l'avaient pas méconnue ; chez eux, les sciences, l'histoire, la poésie, les arts se trouvaient si bien associés qu'à leurs yeux le sage était celui qui ne les séparait ni dans son amour ni dans ses études. Et cette unité dans les choses de l'intelligence était admirablement figurée par l'ingénieuse fiction des neuf Muses, filles de la même mère, inspirées par le même Dieu et se tenant sans cesse par la main sur les hauteurs sacrées.

» De nos jours, après un long divorce, cette harmonie se révèle sous les formes plus positives. Les sciences, et par ce mot

j'entends tout ce qui exerce noblement l'esprit humain, sont vraiment redevenues sœurs ; les voilà qui, de nouveau, se reconnaissent et s'embrassent, comme il a été de la justice et de la paix. Il est permis d'espérer que sous l'influence et à l'aide de ce merveilleux accord, la civilisation chrétienne, substituant enfin dans les lieux les plus reculés la douceur de son joug à l'empire sauvage de la force, achèvera l'œuvre de liberté et de pacification commencée depuis tant de siècles.

» Les prodiges nouveaux de la science semblent venir et se multiplier tout à point pour hâter ce grand résultat et rétablir entre les hommes les liens trop souvent brisés de la fraternité universelle. Des procédés que l'imagination n'eût pas osé prévoir ont supprimé, ou du moins singulièrement abrégé les distances, sur le sol, sur les eaux, dans les airs. Toutes les nations maintenant sont voisines ; elles peuvent se voir, s'entendre, se parler, comme ferait un homme avec un autre homme; et pour instrument de ces entretiens de peuple à peuple, il existe une langue universelle, langue renommée par sa richesse comme par sa clarté, aussi polie qu'elle est énergique, plus répandue aujourd'hui que ne l'était l'idiôme romain au siècle d'Auguste : c'est la langue française.

» Du reste, messieurs, si ce sont là de brillantes promesses pour l'avenir; si de grands éléments de bonheur paraissent se ménager pour nos descendants, Dieu en soit loué ; mais il faut avouer que les maux actuels de l'humanité sont grands aussi et qu'ils appellent un prompt secours. À côté de ces merveilles qui charment la pensée, il y a des souffrances qui navrent le cœur, souffrances que ces merveilles pourront bien distraire, mais qu'elles seront inhabiles à guérir. Au sein même de la richesse et des jouissances qu'elle procure, il y a de nos jours je ne sais quel malaise qui accuse un vice profond, et, si on peut le dire, quelqu'altération organique du corps social. Le tableau de ces misères de notre siècle a été tracé par d'autres mains ; les plaintes

ont été articulées par des bouches éloquentes; je n'en affligerai donc aujourd'hui ni vos yeux ni vos oreilles, mais je vous dirai que pour y remédier, ce n'est pas trop du concours de toutes les volontés et de l'union de toutes les intelligences.

» Quiconque sent battre son cœur aux mots de vertu et d'humanité, de gloire et de paix, est appelé à fournir son contingent à ce labeur d'amélioration: mais n'oublions pas, messieurs, que c'est à l'esprit d'association qu'est réservé surtout l'honneur de poursuivre une telle œuvre et de la mener à bonne fin.

» Les compagnies consacrées dans les provinces à la culture des sciences, des lettres et des arts, ont donc une belle mission à remplir. En ce qui touche les arts et les lettres, elles reçoivent, conservent et transmettent les saines traditions du beau qui n'est que la splendeur du vrai, et de l'utile qui émane de tous deux. Elles exerçent, avec la maturité de leur expérience et l'autorité de leur position, cette critique salutaire qui prévient les écarts du talent sans en comprimer l'essor, qui l'encourage par ses conseils non moins que par ses récompenses, et qui montre toujours l'élément moral comme le principe et la fin de tout art, de toute littérature.

» Ai-je besoin de dire ce que peuvent faire, ce que font ces mêmes sociétés au point de vue scientifique? Les travaux de quelques-uns de vous, messieurs, nous l'apprennent; et les glorieux suffrages qui leur ont été décernés témoignent assez de leur importance.

» Mais de toutes les attributions dévolues à ces corps académiques, la plus belle, la plus honorable, la plus utile, c'est l'agriculture sans contredit.

» Messieurs, l'agriculture a été louée, préconisée mille fois en prose, en vers, par les économistes, par les philosophes; et pourtant il faut la louer, la préconiser toujours, puisque malgré les éloges dont on l'accable, elle est trop négligée encore, et que ceux-là même qui s'y adonnent ne l'apprécient pas assez.

» Tout-à-l'heure, en parlant des prodiges de l'industrie scientifique, nous applaudissions ensemble aux relations qu'ils multiplient au profit de l'humanité, mais nous n'osions compter sur eux pour ramener dans ses voies normales la portion la plus nombreuse et la plus affligée de notre société. Pourquoi, messieurs? parce que nous croyons voir dans l'agriculture un moyen plus sûr, plus immédiat, plus providentiel.

» La richesse que l'homme poursuit de ses vœux et de ses efforts est d'une double nature : elle est ou mobilière ou réelle (1); mobilière, elle se compose de tous les produits que nous avons créés et transformés en leur donnant une valeur qu'ils n'ont pas eux-mêmes, produits qui peuvent accroître la somme de nos jouissances, mais qui en même temps ont le triste privilége d'accroître aussi nos besoins; réelle, la propriété est inhérente au sol; c'est le champ que nous cultivons, le jardin qui nous donne ses fruits, la maison que nous avons acquise. La propriété mobilière, élément d'ailleurs indispensable de la société, n'a rien de fixe ni de permanent; elle est fugitive et on peut à peine suivre sa trace à travers les canaux où elle circule et dans les mains qui se la transmettent sans relâche; celui qui en est momentanément détenteur est toujours agité, soit par le désir d'acquérir, soit par la crainte de perdre; cette situation lui inspire une prudence inquiète et le met continuellement aux prises avec des concurrents, que l'habileté, les événements, le hasard même peuvent rendre ses vainqueurs. Or, la richesse qui tient au sol n'est point sujette à ces mille traverses, à cette fugacité, à ces jeux décevants de la fortune. Là il s'agit moins d'acquérir que de conserver; les produits étant toujours à peu près les mêmes, on n'est ni tourmenté par des inquiétudes sans mesure, ni dévoré par des désirs illimités. Et voilà pourquoi

---

(1) Voy. Bergasse, *Essai sur la propriété*, où cette distinction est développée.

l'agriculture ,qui n'est à vrai dire ni une science ni une profession, mais la condition naturelle et primitive de l'homme, offre des moyens si précieux, si faciles, de moralisation et de bonheur. Ah! s'il existe une société qui soit travaillée par la fièvre d'une ambition désordonnée, si tout le monde est porté à délaisser les modestes emplois de la vie privée pour courir après les charges publiques et les honneurs, si l'esprit de famille perd de jour en jour quelque chose de ses charmes et de sa puissance, si la soif de l'or est inextinguible, même dans la jeunesse ordinairement si désintéressée; ah! messieurs, c'est que la foule, fascinée par le prétendu bonheur qui règne au sein des villes industrieuses, s'y est précipitée aveuglément.

» Rappelons donc cette multitude égarée à la vie agricole. Montrons lui d'un côté le paupérisme avec son hideux cortége de misères physiques et morales, des travaux qui énervent le corps sans fortifier l'esprit, une vieillesse anticipée, des infirmités précoces; et de l'autre côté, une vie laborieuse et pénible sans doute, mais conforme à la nature de l'homme, propre à entretenir la force, la santé et la joie, la vie la plus compatible avec le sentiment religieux et l'instinct de la liberté.

» Toutefois, il est bien à craindre que ce langage, qui n'est point nouveau, produise peu d'effet sur tous les hommes à qui il s'adresse. Pour faire aimer l'agriculture, il faudrait commencer par l'enseigner. Or, on n'enseigne rien aux hommes faits; l'habitude, les préventions, l'amour-propre sont là pour parler plus haut que nos leçons. C'est à l'enfance que doivent s'adresser nos enseignements; l'enfance, plus accessible aux bonnes impressions, plus dociles à l'autorité des préceptes, plus apte à comprendre et à retenir. On s'étonne à bon droit que la loi si sage qui a constitué en France l'instuction primaire, ait omis de comprendre les éléments de la science agricole au nombre des matières à enseigner dans les écoles rurales. C'est là une lacune

immense que les conseils généraux ne se lassent point de signaler et que le gouvernement comblera sans doute un jour. En attendant, messieurs, c'est à nous d'y pourvoir ou, du moins, de préparer les voies. A l'homme des champs donnons une instruction, une éducation assortie à sa position, à ses besoins. Que dès l'âge le plus tendre, il apprenne à aimer la profession de son père, à honorer ses travaux et à les imiter, ou plutôt à les perfectionner. Que l'art du labourage soit pour lui, comme il l'est pour nous, le premier de tous les arts; et que retenu à sa charrue, à ses troupeaux, à son foyer honnête et laborieux par les charmes réels qui s'y trouvent, par l'instruction qu'il y puise, par la considération dont il y jouit, il dédaigne d'aller traîner au loin une existence hasardeuse, précaire, entourée de périls. Que vos récompenses, messieurs, déjà si multipliées, se multiplient encore dans cette généreuse intention.

» Promettez, décernez des palmes à l'instituteur qui, doué lui-même de quelque instruction agricole, consacrera un peu de ses loisirs à la faire pénétrer dans l'intelligence, dans le cœur de ses élèves.

» Et pour prendre l'initiative dans cette voie nouvelle d'amélioration sociale, qui vous empêche d'ouvrir vous-mêmes des cours d'enseignement normal en faveur des instituteurs ruraux. Mais déjà vous avez donné un glorieux exemple, vous avez pris une noble initiative en acceptant le patronage de cette touchante colonie de jeunes détenus, qui va trouver dans l'apprentissage et la pratique des travaux champêtres un moyen de revenir aux idées d'ordre et de morale, aux vertus de famille et de cité. Vous avez fondé ainsi une véritable école d'agriculture pratique : c'est un essai qui sera fécond en résultats, vous ne voudrez pas faire moins pour les fils du laboureur honnête et probe que pour les enfants que de coupables exemples ont amenés sur le bord du précipice.

» Messieurs les associés agriculteurs, vous tous qui apportez

à la Société royale le tribut de vos lumières et de votre expérience, vous qui, malgré les soins impérieux et continuels qui vous retiennent, venez régulièrement conférer avec nous sur les moyens d'accroître encore la prospérité agricole dans cette contrée déjà si bien partagée, recevez ici l'hommage de notre gratitude affectueuse ; recevez-le dans la personne du digne et infatigable collègue qui dirige si bien vos assemblées, interprête avec tant de zèle vos vœux et soutient avec une chaleur si éclairée les véritables intérêts de l'agriculture. Poursuivez, messieurs, votre tâche glorieuse, et pour l'accomplir, il n'est personne de nous, hommes d'étude, hommes de lettres, hommes de science, qui ne soit heureux et fier de vous prêter son concours, ou, s'il ne le peut, d'applaudir à vos efforts.

» Et vous, serviteurs probes et fidèles, vieillards courbés sous le poids des ans et du travail, qui venez recevoir de nos mains un témoignage d'estime pour vos bons et longs labeurs, gardez bien le souvenir de cette journée où nos premiers magistrats et l'élite d'une grande cité ont voulu être témoins de vos modestes triomphes et de votre gloire paisible. Continuez de donner autour de vous un bon exemple. Dites à vos amis, aux compagnons de vos travaux, combien il est doux et honorable de remplir toujours son devoir, et combien vous vous réjouissez d'avoir mené une vie irréprochable. Que ces épis, ces houlettes, ces fourches symboliques, ces médailles, soient conservés par vous comme des monuments sacrés ; ne souffrez pas qu'on vous les enlève jamais ; et puissent-ils, après vous, devenir le plus bel héritage de vos fils et de vos neveux ! Que ce soit là pour vos familles un titre de noblesse, qui, donné aux pères parce qu'ils étaient hommes de bien, est laissé aux enfants pour qu'ils le deviennent à leur tour. »

—

Après ce discours, M. LE PRÉSIDENT de la Société, en l'absence de M. LE SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL, a proclamé dans l'ordre suivant, les différens prix étrangers à l'agriculture.

LITTÉRATURE.

La Société, tout en reconnaissant que l'auteur de la notice sur ROLAND, statuaire lillois, n'avait pas rempli complètement les conditions exigées par le programme, et qu'il convenait dès-lors de remettre le sujet de prix au concours, a pensé néanmoins que le travail produit par M. DUFAY, attaché à l'Intendance militaire de Dijon, méritait une récompense, et elle lui a décerné, à titre d'encouragement, une MÉDAILLE D'ARGENT grand module.

BEAUX-ARTS.

PEINTURE.

Une MÉDAILLE D'OR est décernée à M. LALLOU, peintre à Lille, à titre d'encouragement, pour une composition peinte de grande dimension, représentant une *Descente de Croix*.

MUSIQUE.

Considérant que M. WATIER, professeur et compositeur de musique à Lille, est auteur de quelques œuvres musicales d'un mérite réel, et qu'en outre il fait depuis plusieurs années les efforts les plus louables et les plus désintéressés pour propager l'enseignement populaire du chant, la Société lui décerne une MÉDAILLE D'OR comme témoignage de satisfaction et d'estime.

La parole est ensuite accordée à M. Julien Lefebvre, Secrétaire de la Commission d'Agriculture, lequel a proclamé les noms des cultivateurs et des agents agricoles de l'arrondissement de Lille qui ont mérité des récompenses.

« Messieurs,

» Le grand œuvre de l'époque, c'est l'œuvre agricole; jamais l'agriculture n'avait, comme aujourd'hui, préoccupé tous les esprits. En prenant une part active dans le développement des progrès agricoles, la Société royale témoigne de sa confiance dans l'opinion et de sa foi dans la justice de l'esprit public. Son jour de joie et de triomphe est celui qu'elle consacre au plus noble, au plus utile de tous les arts.

» Cette solennité n'a pas pour but unique d'honorer la science, l'agriculture et les arts; elle tend encore à mettre en relief des vertus privées, des travaux persévérants; mais avant de décerner les couronnes, nous aimons à le proclamer, les habiles cultivateurs associés à vos travaux, en fécondant le sol, et en en multipliant les produits, ont en vue la prospérité du pays bien plus que les faibles récompenses que vous pouvez leur offrir. C'est en procédant par la diffusion des faits et par une influence salutaire sur les hommes pratiques qu'ils cherchent à s'assurer le concours des cultivateurs et la reconnaissance de leurs concitoyens.

» Quant à nous, membres résidants, réunis aujourd'hui pour cette solennité, nous continuerons nos efforts pour encourager de tous nos moyens, les meilleures méthodes de culture, l'emploi des instruments aratoires perfectionnés, l'amélioration des races de bestiaux, et si l'on reconnaît que par une persévérance aussi soutenue, nous avons eu le bonheur, je dirai presque la gloire, d'avoir fait avancer la science agricole dans notre bel arrondissement, nous aurons, à nos yeux, acquitté la dette du citoyen.

INSTRUMENTS ARATOIRES.

» Des encouragements sont accordés de nos jours aux découvertes qui tendent à accroître le bien-être des masses, ou à créer des jouissances nouvelles aux amis du luxe et de l'oisiveté

» Combien plus encore ne doit-on pas encourager les hommes qui s'attachent à rendre moins pénible le travail des populations agricoles.

» Ces considérations ont fixé l'attention de la Société royale. Elle a stimulé le zèle des constructeurs de l'arrondissement par la promesse de primes importantes.

» Des machines à battre le blé, des semoirs et des coupe-racines économiques ont été construits.

» Le battage des céréales est sans contredit l'opération la plus importante et la plus difficile.

» Les procédés doivent varier, pour ainsi dire, dans chaque province, et cela explique les difficultés qu'elle présente.

» Bien que les deux batteurs mécaniques présentés au concours ne remplissent pas complètement les conditions désirables, vous avez cru néanmoins devoir récompenser généreusement les constructeurs qui les premiers ont répondu à votre appel.

» La Société décerne à M. Louis Selosse, charpentier à Lesquin, une prime de 250 fr. à titre d'encouragement pour avoir construit un batteur mécanique;

» A M. Duhayon, cultivateur à Ronchin, une prime de 250 fr. pour avoir fait construire une machine à battre les céréales, susceptible d'être transportée de ferme en ferme.

SEMOIRS.

» Pendant trois années, des concours de semoirs ont eu lieu, et de nombreux essais ont été faits. Au dernier de ces concours, le semoir de M. Pruvost, constructeur à Wazemmes,

a été jugé remplir mieux que tous les autres les conditions imposées par le programme.

» M. Pruvost est un constructeur intelligent dont l'habileté a été souvent couronnée en séance solennelle. Le jugement de votre commission n'a fait que confirmer celui déjà porté par les agriculteurs de l'arrondissement, dans lequel un grand nombre d'instruments, dits *semoirs Pruvost*, fonctionnent depuis plusieurs années. La prime de 300 fr. promise par la Société lui est décernée.

» La Société accorde à MM. Marquant, de Gondecourt, et Duhayon, de Ronchin, à chacun une médaille d'argent pour les deux nouveaux semoirs qu'ils ont présentés au dernier concours.

» Désirant encourager l'esprit d'association parmi les agriculteurs, la Société décerne à MM. Benjamin Plancq, Alexandre Gruson, Florentin Leclercq, Auguste Montagne, Antoine Descamps, cultivateurs à Thumesnil, à chacun une prime de 26 fr., et à tous une médaille d'argent, pour s'être associés afin d'*acquérir et employer en commun* le semoir Pruvost.

COUPE-RACINES.

» Le nombre des fabriques de café indigène augmente chaque année dans l'arrondissement. La culture de la chicorée mérite, dès à présent, d'attirer l'attention des cultivateurs. La construction d'un instrument offrant les moyens de couper les racines de cette plante d'une manière expéditive et économique, a été jugée mériter une récompense.

» Il est décerné à M. François Alglave, fabricant à Lannoy, une médaille d'argent pour avoir fait construire un instrument nouveau, propre à couper économiquement les racines de chicorée.

EXPÉRIENCES AGRONOMIQUES.

» La Société royale devra bientôt à la constante persévérance de M. Lecat, membre associé agriculteur à Bondues, d'être fixée sur le mérite relatif de plusieurs espèces de froment, avoine et tabacs étrangers.

» En témoignage de sa reconnaissance pour les nombreuses expériences agricoles faites jusqu'à ce jour par cet habile cultivateur, la Société lui décerne une médaille d'argent grand module.

» Une médaille d'argent est accordée à M. Benjamin Masquelier, cultivateur à Wattignies, pour avoir ensemencé un hectare de blé d'Espagne et trois hectares de blé étranger provenant de la culture de feu M. Denisart-Debray, de Lille.

BIBLIOTHÈQUES RURALES.

» La Société désirant encourager la création des bibliothèques, a promis d'augmenter, par le don de quelques ouvrages, les collections de livres qui, se trouvant dans les communes rurales, sont prêtés à domicile.

» La Société accorde à chacune des communes de *Templeuve-en-Pévèle, d'Illies* et d'*Aubers,* un exemplaire des *Annales de Roville,* par M. Mathieu de Dombasle, 9 v. in-8.°

REMISE DES DIPLOMES AUX MEMBRES ASSOCIÉS.

» C'est en choisissant pour membres associés, des agriculteurs instruits et intelligents, que la Société pourra acquérir une influence salutaire sur les hommes pratiques.

» Ont été reçus membres associés pendant l'année 1845, et invités à venir recevoir leur diplôme en séance solennelle :

MM. Ernest Desmoutier, propriétaire et cultivateur à Mons-en Pévèle ;

Geoffroy-Hochstetter, agriculteur et directeur de la manufacture de produits chimiques de Loos ;
Delcourt (Théodore), cultivateur à Roubaix.

COLONIE AGRICOLE DES JEUNES DÉTENUS DE LA MAISON DE LOOS.

» L'avenir d'un enfant, disait Napoléon, est l'ouvrage de sa mère; nous ajouterons que si quelque chose pouvait remplacer la mére que Dieu lui donne, ce serait la charité; c'est une œuvre charitable en effet que cette pensée humanitaire de former des colonies agricoles de jeunes orphelins et de jeunes détenus.

» Les colonies agricoles ouvrent aux enfants des classes laborieuses et pauvres, un vaste champ d'améliorations physiques et morales; c'est par elles que l'on arrivera à moraliser les populations, c'est par elles aussi que l'on verra bientôt des terres assainies, des marais desséchés, des friches fertilisées, des prairies arrosées.

» Invités par l'autorité, vous vous êtes généreusement associés à cette œuvre philanthropique; mais pour aider la Société dans sa coopération active, il fallait un homme pratique, intelligent et dévoué; cet homme, vous l'avez rencontré dans M. Hochard, ancien cultivateur, l'un de vos membres associés agriculteurs.

» Pendant l'année qui vient de s'écouler, nous l'avons toujours vu actif, doux et patient envers les jeunes enfants dont il dirige les travaux; pour récompenser M. Hochard de sa constance à remplir avec zèle et dévouement la mission difficile qui lui a été confiée, la Société royale lui décerne une médaille d'argent grand module.

AMÉLIORATION DES RACES DE BESTIAUX.

» Les besoins toujours croissants de la population et de l'agriculture font vivement sentir la nécessité d'augmenter en France la production du bétail.

» Des concours ont été institués par le gouvernement; des primes importantes et des médailles qui en augmentent le prix sont affectées à ces exhibitions.

» La Société royale encourage chaque année les agriculteurs de son arrondissement à persévérer dans la voie d'amélioration qu'elle leur indique; mais, il faut le reconnaître, elle n'est point dotée de moyens assez puissants.

» Il serait à désirer que les administrations municipale et départementale voulussent bien intervenir, conjointement avec la Société, pour instituer au chef-lieu du département un concours à l'instar de celui de Poissy, où il pourrait être décerné des primes aux propriétaires des animaux les plus parfaits de conformation et de graisse. Ce concours servirait à distinguer les cultivateurs qui s'occupent avec succès de l'amélioration des animaux, et aurait un jour pour résultat probable un abaissement dans le prix d'un aliment de première nécessité.

» Mais il y a dans l'art d'améliorer les races un travail qui exige beaucoup de jugement et de persévérance, sans compter les dépenses assez élevées dans lesquelles sont souvent entraînés les premiers expérimentateurs.

» Il faut donc exciter l'émulation des éleveurs par des primes importantes, et, nous devons en faire l'aveu, toutes celles décernées jusqu'à ce jour par la Société, abandonnée à ses faibles ressources, n'ont jusqu'ici produit que de bien faibles améliorations.

» Dans l'intérêt de l'agriculture et des populations, les hommes éclairés qui siégent dans le Conseil général et dans celui de la

commune s'associeront, espérons-le, à la Société royale, pour la réalisation du vœu que nous venons d'exprimer.

» Ce serait une belle et utile pensée, digne de fixer l'attention des élus de la cité, que d'encourager tout à la fois l'amélioration des races chevaline, bovine, ovine et porcine.

» Les sujets présentés au concours de cette année ont été très-peu nombreux; nous venons d'en faire connaître les causes.

» La Société, à titre d'encouragement, décerne les primes suivantes :

TAUREAUX.

» A M. LECAT, membre associé, cultivateur à Bondues, une prime de 100 fr.

» A M.me veuve DESCAMPS, fermière à Saint-André, une prime de 50 fr.

» A M. MARCHAND, cultivateur à Lesquin, une prime de 30 fr.

» A M.me veuve DEROULERS, à Flers, une prime de 25 fr.

GÉNISSES.

» A M. MASQUELIER, cultivateur à Sainghin, une prime de 50 fr.

» A M. Benjamin MASQUELIER, cultivatour à Wattignies, une prime de 25 fr.

» A M. LEPEERS, cultivateur à Loos, une prime de 20 fr.

BÉLIERS.

» A M. VALLOIS, cultivateur à Mons-en-Pévèle, une prime de 100 fr.

» A M. MASQUELIER, de Wattignies, une prime de 30 fr.

RACE PORCINE.

» A M. Masquelier, cultivateur à Saint-André, une prime de 50 fr.

» A M. Masquelier, de Sainghin, une prime de 20 fr.

RACE CHEVALINE.

Prime départementale.

» Sur l'invitation de M. le Préfet, la Société remet une prime de 300 fr. à M. Descamps, cultivateur à Herrin, et une prime de même valeur à M. Masquelier, cultivateur à Willems, pour avoir amené au concours départemental des étalons qui ont été reconnus par le jury posséder les qualités les plus propres à la reproduction.

AGENTS AGRICOLES.

» De toutes les récompenses, celles attribuées à la moralité excitent toujours le plus vif intérêt, et si quelquefois la timidité des lauréats, leur démarche embarrassée, provoquent le sourire, c'est sans ironie ; car tout le monde comprend et respecte le dévouement et l'abnégation de ces simples et loyaux serviteurs, marchant péniblement, courbés par l'âge et le travail.

» Ces ouvriers, qui de père en fils restent dans la même ferme, ne sont étrangers à aucun des intérêts de leur maître.

» Au tumulte des villes, ils ont eu le bon esprit de préférer la paix du village. Plusieurs de ceux que vous allez récompenser, après avoir vaillamment servi la patrie, sont venus reprendre la charrue et labourer le même sol qu'avaient labouré leurs pères.

» Enfin, après les jours de labeurs, vient, pour eux, le jour de triomphe, et quelle plus belle récompense, en effet, peuvent-ils obtenir que celle qui leur sera décernée aujourd'hui au milieu de l'élite de leurs concitoyens, accourus de toutes les parties de l'arrondissement pour être témoins de cette ovation,

accordée aux longs services, à la vertu modeste et trop longtemps ignorée :

» Parmi les agents agricoles qui ont le mieux secondé leurs maîtres dans les divers travaux que nécessite une exploitation rurale, la société a distingué le sieur Jules Six qui, par son zèle et son intelligence, a aidé efficacement M. Taffin-Peuvion dans les soins qu'il donne à la culture du mûrier et à l'élève des vers à soie.

» La Société lui décerne une médaille d'argent et une prime de 30 fr. »

BERGERS.

» A M. Davril (Germain), conduisant depuis 28 ans le troupeau de M. Dujardin, fermier à Seclin, pour récompense de ses bons et loyaux services, une houlette d'argent et un livret de 30 fr. de la caisse d'épargne de Lille.

VALETS DE CHARRUE.

» 1.° A M. Deleval (Antoine), qui, pendant 44 ans, a rempli avec zèle, intelligence et probité, les fonctions de valet de charrue chez M. Delerue (Célestin-François), fermier à Illies, des épis d'argent et un livret de 30 fr. de la caisse d'épargne de Lille.

» 2.° A M. Prévost (Théodore-Joseph), depuis 44 ans au service de M. d'Halluin, fermier à Neuville-en-Ferrain, une fourche d'honneur et un livret de 25 fr.

» 3.° A M. Duhembre (François), depuis 40 ans au service de M. Delcourt-Salembier, fermier à Roubaix, une médaille d'argent et un livret de de 20 fr.

» 4.° A M. Brame (Pierre-François), depuis 39 ans chez M.elles Lefebvre, fermières à Linselles, une médaille d'argent et un livret de 20 fr.

» 5.° A M. Depienne (Pierre-Joseph), depuis 38 ans chez

madame veuve Delbarre, fermière à Fretin, une médaille d'argent et un livret de 20 fr.

» 6.° A M. Lorthyoir (Michel-Joseph), depuis 35 ans chez M. Lorthyoir, cultivateur à Prémesques, une médaille d'argent et un livret de 20 fr.

» 7.° A M. Dassonville (Séraphin), depuis 34 ans chez M. Dubrulle, cultivateur à Marquillies, une médaille d'argent et un livret de 20 fr.

» 8.° A M. Bouche (Agathon-Joseph), depuis 34 ans chez M. Lefebvre-Cateau, fermier à Linselles, une médaille d'argent et un livret de 20 fr.

JOURNALIERS.

» 1.° A M. Legrand (François), depuis 47 ans chez M. Ducroquet, cultivateur à Lomme, un piquet d'honneur et un livret de la caisse d'épargne de 30 fr.

» 2.° A M. Cattaux (Louis), depuis 44 ans chez M. Jean Pottier, fermier à Willems, une médaille d'argent et un livret de 25 fr.

» 3.° A M. Héreng (Pierre), depuis 42 ans chez M. Facon, cultivateur et pépiniériste à Capinghem, une médaille d'argent et un livret de 20 fr.

» 4.° A M. Masquelier (François), depuis 41 ans chez M. Gombert (Liévin), cultivateur à Ennetières-en-Weppes, une médaille d'argent et un livret de 20 fr.

» 5.° A M. Haquette (Pierre-Joseph), depuis 40 ans chez M. Desbonnet (Augustin), fermier à Halluin, une médaille d'argent et un livret de 20 fr.

» 6.° A M. Marchand (Pierre-Joseph), depuis 37 ans chez M. Louis Heddebault, fermier à Faches, une médaille et un livret de 20 fr.

7.° A M. Denglos (André), depuis 37 ans chez madame veuve Fortrie, fermière à Escobecques, une médaille d'argent et un livret de 20 fr.

» 8.° A M. Foulque (André), depuis 37 ans chez M. Parent, cultivateur à Houplin, une médaille d'argent et un livret de 20 fr. »

SERVANTES DE FERME.

Les servantes de ferme admises à concourir pour les primes offertes par la Société, ont donné pendant de longues années des preuves d'ordre, d'économie, de fidélité et d'attachement à leurs maîtres.

La Société décerne :

« 1.° A M.elle Stien (Catherine), depuis 52 ans chez madame veuve Béghin, fermière à Baisieux, une médaille d'argent et un livret de 30 fr. de la caisse d'épargne de Lille.

» 2.° A M.elle Tancré (Augustine-Joseph), depuis 52 ans chez M. Chombart, cultivateur à Fournes, une médaille d'argent et un livret de 25 fr.

» 3.° A M.elle Desprez (Sophie-Joseph), depuis 32 ans chez M. Ghestem, cultivateur à Neuville-en-Ferrain, une médaille d'argent et un livret de 20 fr.

» 4.° A M.elle Fourure (Rosalie), depuis 24 ans chez madame veuve Parent, fermière à Houplin, une médaille d'argent et un livret de 20 fr.

Le Président,
Le Glay.

Le Secrétaire-Général,
Achille Testelin.

Le Secrétaire de la Commission d'agriculture,
J. Lefebvre.

Après la distribution des primes et médailles aux agriculteurs, M. Randouin, secrétaire-général de la Préfecture, rem-

plissant les fonctions de préfet par délégation, a pris la parole, et a prononcé l'allocution suivante :

« Messieurs,

» Permettez-moi d'ajouter un post-scriptum à votre programme : nous venons d'assister à une rémunération touchante, mais qui, pour être efficace, a besoin d'être complétée.

» M. le Ministre de l'agriculture a voulu aussi payer son tribut à cette fête dont il est le patron ; j'ai reçu ce matin l'ordre de décerner, au nom du gouvernement, la décoration de la Légion-d'Honneur à un homme utile et modeste, recommandable à tous les titres, mais surtout par son zèle ardent pour les progrès de l'industrie agricole, à l'un des membres les plus éminents et les plus actifs de la Société royale, qui ne soupçonne même pas la distinction dont il est l'objet, parce qu'il n'a jamais songé qu'au bien sans s'inquiéter de la récompense ; d'autres ont dû s'en inquiéter pour lui.

» Le Nord, si riche en notabilités de tous genres, le Nord, qui a son Gay-Lussac et son Letronne, a aussi son Mathieu de Dombasle : à cet indication, vous avez déjà reconnu M. Julien Lefebvre.

» Et qu'on ne s'étonne pas de voir la croix du mérite et de l'honneur, l'étoile des braves, fixée sur la poitrine d'un paisible et studieux agronome ! Je ne crains pas d'avancer un paradoxe en soutenant que l'agriculture est la source première de la gloire et du génie, qu'elle a sa très-grande part dans les inspirations les plus sublimes comme dans les plus héroïques dévouements.

» Assurément je ne voudrais pas médire du noble métier des armes devant les vaillants guerriers dont la présence nous est chère et dont la brillante renommée rehausse encore l'éclat de cette réunion, mais l'histoire nous apprend, et ce n'est pas seulement l'histoire ancienne, qu'on perd les plus grandes batailles,

celles qui décident du destin des empires, parce que, suivant une expression pittoresque dans sa trivialité, *le soldat n'a pas mangé sa soupe.*

» Qui ne sait tout ce qu'on a écrit en vers et en prose sur les poètes faméliques; loin de moi tout esprit de satire, bien au contraire; on a reproché aux uns de manquer de verve, aux autres de manquer d'indépendance et de dignité. Eh! messieurs, ils avaient peut-être tout cela, mais ils n'avaient pas de pain!... S'il est vrai, comme on l'a dit, que le Parnasse et l'hôpital se touchent, il n'y avait pas loin non plus du Capitole à la Roche-Tarpéienne.

» Et pour prouver par un dernier exemple, emprunté à nos habitudes domestiques, que cette nourriture du genre humain se retrouve partout comme une seconde providence, je gagerais que pas un de vous n'est venu à jeun à cette cérémonie; c'est encore un hommage indirect que vous avez rendu à l'agriculture.

M. Julien Lefebvre, membre du Conseil général d'agriculture, membre de la Chambre de commerce de Lille, secrétaire de la Société lilloise maintenant en séance, propagateur et soutien désintéressé de toutes les méthodes, de toutes les expériences, de toutes les fondations qui ont eu pour but le développement de la prospérité agricole, vous avez été nommé chevalier de la Légion-d'Honneur par ordonnance royale en date du 24 juillet. En vous accordant cette haute distinction, le roi a voulu honorer en vous, non-seulement vos services personnels, mais cette Société savante et bienfaisante dont vous êtes la personnification la plus vraie, mais encore l'art lui-même qui fait vivre les hommes, qui est le principe de toutes les vertus et qui contribue le plus puissamment au bien-être et à la moralisation de l'humanité.

» C'est une bonne fortune pour moi, au début de mes nouvelles fonctions, d'avoir été délégué pour recevoir votre serment.

« Vous jurez fidélité au Roi des Français, obéissance à la » Charte constitutionnelle et aux lois du royaume. »

» Au nom du roi, je vous proclame chevalier de la Légion-d'Honneur. »

L'assemblée tout entière a accueilli les paroles de M. le Secrétaire-Général avec de vifs applaudissements, et elle a donné ainsi la sanction de l'opinion publique à la distinction qui est accordée à M. Julien Lefebvre.

LISTE

DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DES SCIENCES,

DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

1845.

I. MEMBRES RÉSIDANTS.

Honoraires.

MM.

Le Préfet du département du Nord.

Le Maire de Lille.

PEUVION, négociant, admis le 17 nivôse an XI.

Titulaires.

COMPOSITION DU BUREAU EN 1845.

Président. M. LE GLAY, docteur en médecine, admis le 19 juin 1835.

Vice-Président. M. Thémistocle LESTIBOUDOIS, docteur en médecine, admis le 17 août 1821.

Secrétaire-général. M. DELERUE, juge-de-paix, admis le 17 nov. 1843.

Secrétaire de correspondance. M. CHON, professeur d'histoire, admis le 21 janvier 1842.

Trésorier. M. DANEL, imprimeur, admis le 5 décembre 1828.

Bibliothécaire. M. BACHY, propriétaire, admis le 19 avril 1844.

MM.

MACQUART, propriétaire, admis le 27 messidor an XI.

DELEZENNE, professeur de physique, admis le 12 sept. 1806.

MM.

DEGLAND, docteur en médecine, admis le 10 décembre 1814.
DESMAZIÈRES, naturaliste, admis le 22 août 1817.
LIÉNARD, professeur de dessin, admis le 5 septembre 1817.
LOISET, médecin-vétérinaire, admis en 1817.
VERLY, architecte, admis le 18 avril 1823.
KUHLMANN, professeur de chimie, admis le 20 mars 1824.
BAILLY, docteur en médecine, admis le 2 octobre 1825.
HEEGMANN, négociant, admis le 2 décembre 1825.
BARROIS (Th.), négociant, admis le 16 décembre 1825.
LESTIBOUDOIS (J.B.te), docteur en médecine, admis le 20 janvier 1826.
DECOURCELLES, propriétaire, admis le 21 novembre 1828.
DOURLEN, docteur en médecine, admis le 3 décembre 1830.
MOULAS, propriétaire, admis le 27 avril 1831.
LEGRAND, avocat, admis le 3 février 1832.
MULLIÉ, maître de pension, admis le 20 avril 1832.
BENVIGNAT, architecte, admis le 1er juillet 1836.
LEFEBVRE, propriétaire, admis le 31 janvier 1840.
TESTELIN, docteur en médecine, admis le 30 novembre 1840.
CAZENEUVE, professeur à l'hôpital militaire, admis le 5 mars 1841.
BOLLAERT, ingénieur des ponts-et-chaussées, admis le 21 juin 1844.
DAVAINE, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées, admis le 15 novembre 1844.
MEUGY, ingénieur des mines, admis le 3 janvier 1845.
CALOINE, architecte, admis le 19 novembre 1845.

II. MEMBRES ASSOCIÉS AGRICULTEURS.

MM.

BAJEUX, cultivateur, à Thumesnil, hameau de Faches.
BÈGHIN, cultivateur, à Wattignies.
BÉHAGUE-CHARLET, cultivateur, à Fournes.

MM.

BRAQUAVAL, maire et cultivateur, à Hem.

BRULOIS, cultivateur, à Croix.

BUTIN, cultivateur, à Prémesques.

CHARLET, cultivateur, à Houplines.

CHUFFART, cultivateur, à Ennevelin.

COGEZ, cultivateur et fabricant de sucre, à Marquillies.

COLETTE (L.), cultivateur, à Baisieux.

DEMESMAY, cultivateur et fabricant de sucre, à Templeuve.

DESMOUTIER, cultivateur, à Mons-en-Pévèle.

DESQUIENS, cultivateur, à Fives.

DESURMONT (François), cultivateur et brasseur, à Tourcoing.

DUHAYON, propriétaire, à Ronchin.

HEDDEBAULT, cultivateur, à Faches.

HESPEL (le comte d'), propriétaire, à Haubourdin.

HOCHART, cultivateur, à Allennes-lez-Haubourdin.

HOCHART, conducteur des travaux agricoles des jeunes détenus, à Loos.

HOCHSTETTER, agronome, à Loos.

LAMBELIN, cultivateur et fabricant de sucre, à Bondues.

LECAT, cultivateur, à Bondues.

LECLERCQ, cultivateur, à Hem.

LEFEBVRE (A.), cultivateur et fabricant de sucre, à Lezennes.

LEPERS, cultivateur, à Flers.

LEROY père, cultivateur, à Aubers.

LEROY-DUBOIS, maire et cultivateur, à Illies.

LIENARD, cultivateur, à Annappes.

MASQUELIER, cultivateur, à Wattignies.

PLATEL, cultivateur, à Loos.

TAFFIN-PEUVION, cultivateur et fabricent de sucre, à Lesquin.

VALLOIS, cultivateur et fabricant de sucre, à Mons-en-Pévèle.

III. MEMBRES CORRESPONDANTS.

MM.

AJASSON DE GRANDSAGNE, naturaliste et homme de lettres, à Paris.

ARAGO, membre de l'Institut, du bureau des longitudes, et député, à l'Observatoire royal, à Paris.

ARTAUD, inspecteur-général de l'Université, à Paris.

BABINET, membre de l'Institut, prof.r au collége Saint-Louis, à Paris.

BAILLY DE MERLIEUX, rédacteur en chef du *Mémorial encyclopédique*, à Paris.

BARRÉ, officier supérieur d'artillerie en retraite, à Paris.

BAUDRIMONT (le docteur), professeur agrégé à la faculté de médecine, à Paris.

BÉGIN (le docteur), chirurgien-inspecteur, membre du conseil de santé des armées, à Paris.

BERKELEY (M.-J.), ministre du Saint-Evangile et naturaliste, à King's-Cliffe (Angleterre).

BIASOLETTO (Barth.), docteur en médecine et pharmacien, à Trieste.

BIDARD, docteur en médecine, à Arras.

BLOUET, professeur d'hydrographie, à Quimper.

BONAFOUS, directeur du jardin botanique, à Turin.

BONARD, chirurgien en chef de l'hôpital militaire, à Calais.

BORELLY, inspecteur des douanes, à Rouen.

BOSSON, pharmacien, à Mantes-sur-Seine (Seine-et-Oise).

BOTTIN, membre de la société royale et centrale d'agriculture, à Paris.

BOUILLET (J.-B.), inspecteur divisionnaire des monuments historiques, à Clermont-Ferrand.

BOURDON, inspecteur-général de l'Université, à Paris.

BOURDON (Henri), sous-préfet, à Rochechouart (Haute-Vienne).

BOURLET (l'abbé), naturaliste, à Douai.

BRA, statuaire, membre de l'Institut, à Paris.

MM.

BRAVAIS (Auguste), enseigne de vaisseau, membre de la Société philomatique, à Paris.

BRESSON (Jacques), négociant, à Paris.

BRONGNIART (Adolphe), membre de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle, à Paris.

BRONGNIART (Alexandre), directeur de la manufacture de porcelaines, à Sèvres.

CAPRON, chirurgien-major, au 10.e chasseurs.

CHARPENTIER, docteur en médecine, à Valenciennes

CASTEL, secrétaire perpétuel de la société d'agriculture de Bayeux.

CHOLLET (F.), docteur en médecine, à Beaune-la-Rolande (Loiret).

CLÉMENT, née HÉMERY (Madame V.e), littérateur, à Cambrai.

COCHARD, directeur de la compagnie d'éclairage au gaz, à Reims.

COLLADON fils (D.), professeur, à Genève.

COLLIN (J.-J.), professeur de chimie, à l'école royale de Saint-Cyr.

COMTE, ingénieur des mines, à Valenciennes.

CORNE (H.), président du tribunal de première instance, à Douai.

CORNILLE (H.), littérateur, à Paris.

COUPRANT (L.), chirurgien, à Houplines.

DA CRUX-JOBIM, professeur de médecine légale, à Rio-Janeiro.

DARGELAS, ex-directeur du jardin botanique, à Bordeaux.

DASSONVILLE, docteur en médecine, à Aire.

DE BARRUEL-BEAUVERT (le vicomte), membre de plusieurs sociétés savantes, à Paris.

DE BRÉBISSON fils, naturaliste, à Falaise.

DE CANDOLLE fils, professeur, à Genève.

DE CHAMBERET (Ernest), ingénieur des ponts-et-chaussées, à Lons-le-Saulnier.

DE CONTENCIN, sous-préfet, à Cambrai.

DE CHAUVENET, capitaine du génie, à Boulogne.

DEGEORGE (Frédéric), homme de lettres, à Arras.

DE LA RIVE (Auguste), professeur de physique, à Genève.

MM

DELARUE, secrétaire perpétuel de la Société d'agriculture du département de l'Eure, à Évreux.

DE LENZ (baron), conseiller-d'état, à Iéna.

DELMAS (Ch.), chirurgien-major aux spahis (Algérie).

DEMEUNYNCK, docteur en médecine, à Bourbourg.

DE MOLÉON, ancien élève de l'école polytechnique, directeur du *Recueil Industriel*, à Paris.

DE NOTARIS, docteur-médecin, professeur de botanique à l'Université, à Turin.

DE PRONVILLE, propriétaire, à Versailles.

DEQUEUX SAINT-HILAIRE, ex-sous-préfet, à Hazebrouck.

DERODE (Victor), négociant, à Dunkerque.

DERHEIMS, pharmacien, à Saint-Omer.

DE ROISIN (le baron), philologue, à Bonn (Prusse rhénane).

DE SAINT-BRICE, ingénieur en chef des mines, à Paris.

DESAYVE, propriétaire, à Paris.

DE SERRES (Marcel), conseiller, professeur à la faculté de médecine, à Montpellier.

DESMYTTERE, médecin de la maison des femmes en démence de Lille.

DESPRETZ, membre de l'Institut, professeur de physique au collége royal de Henri IV, à Paris.

DESRUELLES, docteur-médecin, à Paris.

DESSALINES-D'ORBIGNY père, professeur d'histoire naturelle, à La Rochelle.

DE VILLENEUVE (le comte Alban), ancien préfet du Nord, à Paris.

DE VILLENEUVE-TRANS (le marquis), membre libre de l'Institut, à Nancy.

DEWAPERS, peintre du roi, à Bruxelles.

D'HOMBRES-FIRMAS, correspondant de l'Institut, à Alais.

DINAUX (Arthur), homme de lettres, à Valenciennes.

DRAPIEZ, naturaliste, à Bruxelles.

DUBRUNFAUT, négociant, à Valenciennes.

DUBUISSON-DEVOISIN, ingénieur en chef des mines, à Toulouse.

MM.

DU CHASTEL (le comte), à Versailles.

DUCORNET, peintre, à Paris.

DUFOUR (Léon), naturaliste, docteur en médecine, à St.-Séver (Landes).

DUHAMEL, inspecteur-général des mines, à Paris.

DUMÉRIL, membre de l'Institut, professeur au Jardin-du-Roi, à Paris.

DUMORTIER, directeur du jardin botanique, à Tournai.

DUSAUSSOY, colonel d'artillerie, à Douai.

DUTHILLOEUL, bibliothécaire, à Douai.

DUVERNOY (le docteur), professeur au collége de France, à Paris.

FAUCHER, commissaire des poudres et salpêtres à Saint-Ponce, près Mézières (Ardennes).

FÉE (le docteur), professeur à la faculté de médecine et pharmacien en chef de l'hôpital militaire, à Strasbourg.

FLAVIER, à Strasbourg.

FONTEMOING, greffier du tribunal de commerce, à Dunkerque.

FRANCOEUR, membre de l'Institut, officier de l'Université, à Paris.

FRIES (Elias), professeur à l'Université d'Upsal (Suède).

GARNIER, bibliothécaire adjoint, professeur, à Amiens.

GAY-LUSSAC, membre de l'Institut, professeur au jardin du roi, à Paris.

GENÉ (Joseph), professeur de zoologie, à Turin.

GEOFFROY-SAINT-HILAIRE (Isidore), membre de l'Institut, professeur au Jardin-du-Roi, à Paris.

GILLET DE LAUMONT, inspecteur des télégraphes, à Arras.

GILGENCRANTZ, chirurgien-major au 5.e régiment d'infanterie légère.

GIRARDIN (J.), membre correspondant de l'Institut, professeur de chimie industrielle, à Rouen.

GODDE DE LIANCOURT, secrétaire-général de la société des Naufrages, à Paris.

GORET, médecin, en Algérie.

GRAR (Edouard), avocat, à Valenciennes.

GRATELOUP, docteur en médecine, à Bordeaux.

GRAVIS, docteur en médecine, à Calais.

MM.

GUÉRARD (Alph.), docteur en médecine, à Paris.

GUÉRIN MÉNEVILLE, membre de la société d'histoire naturelle, à Paris.

GUERRIER DE DUMAST fils, homme de lettres, à Nancy.

GUILLOT, colonel-directeur d'artillerie, à Brest.

GUSTALLA, docteur en médecine, à Trieste.

HÉRÉ, professeur de mathématiques, à Saint-Quentin.

HILAIRE DE NEVILLE, écuyer, propriétaire, à Rouen.

HUOT, trésorier de la Société royale d'agriculture, à Versailles.

JACQUEMYNS, professeur de chimie, à Gand.

JACQUERIE, professeur de dessin et de mathématiques, à Armentières.

JAUFFRET, bibliothécaire, à Marseille.

JAUSSENS, sous-chef de bureau au ministère des affaires étrangères, à Bruxelles.

JOBARD, rédacteur du *Courrier belge*, à Bruxelles.

JUDAS, médecin ordinaire, secrétaire du Conseil de santé des armées au ministère de la guerre, à Paris.

JULLIEN, ancien rédacteur de la *Revue encyclopédique*, à Paris.

KERCKHOVE (vicomte de), dit DE KIRCKHOFF VANDER VARENT, docteur en médecine, à Anvers.

KUNZE (Gustave), professeur de botanique et directeur du jardin de l'Université, à Leipzig.

LABARRAQUE, pharmacien, à Paris.

LABUS, secrétaire général de l'Institut de Milan.

LACARTERIE, pharmacien en chef, premier professeur à l'hôpital-militaire d'instruction, à Metz.

LACORDAIRE, professeur de zoologie à l'Université de Liége.

LAINÉ, professeur de mathématiques au collége Rollin, à Paris.

LAIR, secrétaire de la société royale d'agriculture et de commerce de Caen.

LARREY (Hippolyte), professeur agrégé de la faculté de médecine, chirurgien aide-major à l'hôpital-militaire de perfectionnement, à Paris.

LE BIDARD DE THUMAIDE, procureur du roi, à Liége

LEBLEU, chirurgien en chef de l'hospice de Dunkerque.

MM.

LEBONDIDIER, chimiste, à Béthune.

LECOCQ, commissaire en chef des poudres et salpêtres, à l'arsenal de Paris.

LECOQ (H.), professeur de minéralogie, à Clermont-Ferrand.

LEFEBVRE (Alex.), secrétaire de la Société entomologique de France, à Paris.

LEGAY, chirurgien aide-major au 4.e régiment de ligne.

LEGOARANT, capitaine retraité du génie militaire, à Lorient.

LEGUEY, docteur en médecine, à Paris.

LEJEUNE, docteur en médecine, à Verviers.

LEJOSNE, homme de lettres, à Paris.

LELEWEL (J.), ancien professeur d'histoire de l'Université de Wilna, à Bruxelles.

LEMAIRE, (P.-A.), professeur de rhétorique au collége Bourbon, à Paris.

LEROY (Onésime), homme de lettres, à Passy (près Paris).

LESIEUR-DESBRIÈRES, pharmacien-major à l'hôpital-militaire, à Bayonne.

LE VAILLANT, médecin ordinaire, professeur à l'hôpital-militaire de perfectionnement, à Paris.

LHÉRIC, graveur, à Anvers.

LIBERT (M.elle), naturaliste, à Malmédi (Prusse).

LIEBIG, chimiste, à Giessen (grand-duché de Hesse).

LIOUVILLE, membre de l'Institut, professeur à l'école polytechnique, à Paris.

LOISELEUR-DESLONGCHAMPS, docteur en médecine, à Paris.

LONGER, directeur des domaines et de l'enregistrement, à Guéret (Creuse).

MALHERBE, juge au tribunal de Metz.

MAIZIÈRE, docteur ès-sciences, à Reims.

MALINGIÉ-NOUEL, professeur de physique, à Pontlevoy (Loir-et-Cher).

MALLET, professeur de philosophie au collége royal S.t-Louis, à Paris

MALLET (Alfred), professeur de physique, à Paris.

MM.

MANGON DE LALANDE, ex-directeur des domaines, à Avranches (Manche).

MARMIN (B.), ex-inspecteur des postes, à Boulogne-sur-Mer.

MARQUET-VASSELOT, directeur de la maison centrale de détention, à Nismes.

MARTIN-S.t-ANGE, docteur en médecine, à Paris.

MATHIEU, membre de l'Institut et du bureau des Longitudes, à Paris.

MATHIEU DE MOULON, docteur-médecin et naturaliste, à Trieste.

MÉCHIN, ancien préfet du Nord, conseiller-d'état, à Paris.

MÉRAT, membre de l'Académie royale de médecine, à Paris.

MICHAUD, capitaine adjud.-major au 10.e rég. d'infanterie de ligne.

MILLOT, docteur en médecine, pharmacien-major de 1.re classe, à Douera (Algérie).

MILNE-EDWARDS, membre de l'Institut, professeur au Jardin-du-Roi, à Paris.

MOREAU (César), fondateur de la société de statistique universelle, à Paris.

MOURONVAL, docteur en médecine, à Bapaume.

MUSIAS, ancien notaire, à Paris.

MUTEL, capitaine d'artillerie, à Vincennes.

OZANEAUX, inspecteur-général de l'Université, à Versailles.

PALLAS, médecin en chef à l'hôpital-militaire, à S.t-Omer.

PELOUZE, membre de l'Institut, professeur à l'école polytechnique, à Paris.

PÉTIAU, docteur-médecin, à St-Amand-les-Eaux.

PHILIPPAR, professeur de culture à l'Institut royal agronomique de Grignon, directeur du jardin des plantes, à Versailles.

PHILIPPE, chirurgien aide-major à l'hôpital militaire de Bordeaux.

PIHOREL, docteur en médecine, à Rouen.

PINGEON, docteur en médecine, secrétaire de l'Académie des sciences, arts et belles-lettres, à Dijon.

PLOUVIEZ, docteur en médecine, à Lille.

POIRET, naturaliste, à Paris.

MM.

POIRIER-St-BRICE, ingénieur en chef des mines, à Paris.

POTIEZ-DELBOIS, conservateur du Muséum, à Douai.

PORRET, graveur sur bois, à l'Imprimerie royale, à Paris.

QUETELET, directeur de l'Observatoire royal, secrétaire perpétuel de l'Académie royale des sciences et belles-lettres, à Bruxelles.

REGNAULT, maréchal-de-camp.

REIFFENBERG, conservateur de la bibliothèque royale, à Bruxelles.

REYNAL, vétérinaire en chef au 6.e régiment de lanciers.

REINARD, pharmacien, à Amiens.

RIBES, professeur de la faculté de médecine, à Montpellier.

RODENBACH (Alexandre), membre de la chambre des représentants, à Bruxelles.

RODENBACH (Constantin), membre de la chambre des représentants, à Bruxelles.

RODET, professeur à l'école vétérinaire, à Toulouse.

SCHREIBER, conseiller et directeur des cabinets d'histoire naturelle de S. M. l'empereur d'Autriche, à Vienne.

SCHOUTETTEN, chirurgien en chef de l'hôpital militaire d'instruction, à Strasbourg.

SÉON, médecin-vétérinaire.

SOUDAN, chirurgien en chef de l'armée d'Afrique, à Alger.

TANCHOU, docteur en médecine, à Paris.

TASSAERT, chimiste, à Anvers.

THIERS, membre de l'Institut, à Paris.

TIMMERMANS, capitaine du génie, à Tournai.

TOMASSINI, à Ancone.

TORDEUX, pharmacien, à Cambrai.

TORDEUX, médecin des épidémies, à Avesnes.

VANDERMAELEN, fondateur de l'établissement de géographie, à Bruxelles.

VASSE-DE-St.-OUEN, inspecteur en retraite de l'Académie de Douai.

VERA, professeur de philosophie, à Limoges.

VILLENEUVE, membre de l'Académie de médecine, à Paris.

MM.

VILLERMÉ (le docteur), membre de l'Institut, à Paris.

VINCENT, professeur de mathématiques, à Paris.

VINGTRINIER, médecin en chef des prisons, à Rouen.

VIOLLET, ingénieur civil, à Paris.

WARNKOENIG, professeur de jurisprudence à l'Université de Fribourg (Baden).

WESMAEL, professeur à l'Athénée, à Bruxelles.

WESTWOOD, naturaliste, secrétaire de la société entomologique, à Londres.

IV. SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES.

ABBEVILLE. Société royale d'émulation.

ALBI. Société d'agriculture du département du Tarn.

AMIENS. Académie des sciences, agriculture, commerce, belles-lettres et arts du département de la Somme.

— Société des antiquaires de Picardie.

AMSTERDAM. Institut royal des Pays-Bas.

ANGERS. Société d'agriculture, sciences et arts.

— Société industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire.

ANGOULÊME. Société d'agriculture, arts et commerce du département de la Charente-Inférieure.

ARRAS. Société royale pour l'encouragement des sciences, des lettres et des arts.

AVESNES. Société d'agriculture.

BAYEUX. Société vétérinaire des départements du Calvados et de la Manche.

BERLIN. Académie royale des sciences.

BESANÇON. Académie des sciences, belles-lettres et arts.

— Société d'agriculture, sciences naturelles et arts du département du Doubs.

BORDEAUX. Société d'agriculture, des sciences, belles-lettres et arts.
— Société linnéenne.
BOULOGNE-SUR-MER. Société d'agriculture, du commerce et des arts.
BOURGES. Société d'agriculture du département du Cher.
BRUXELLES. Académie royale des sciences et belles-lettres.
CAEN. Société royale d'agriculture et de commerce.
CAHORS. Société agricole et industrielle du département du Lot.
CALAIS. Société d'agriculture, de commerce, des sciences et des arts.
CAMBRAI. Société d'émulation.
CHALONS-SUR-MARNE. Société d'agriculture, commerce, sciences et arts du département de la Marne.
CHARLEVILLE. Société centrale d'agriculture, sciences, arts et commerce du département des Ardennes.
CHARTRES. Société d'agriculture du département d'Eure-et-Loire.
CHATEAUROUX. Société d'agriculture du département de l'Indre.
CHAUMONT. Société d'agriculture, arts et commerce du département de la Haute-Marne.
CLERMONT (Oise). Société d'agriculture de l'arrondissement.
COMPIÈGNE. Société d'agriculture de l'arrondissement.
COPENHAGUE. Société royale des sciences.
DIEPPE. Société archéologique.
DIJON. Académie des sciences, arts et belles-lettres.
DOUAI. Société royale d'agriculture, sciences et arts.
DUBLIN. Académie royale irlandaise.
DUNKERQUE. Société d'agriculture de l'arrondissement.
ÉVREUX. Académie ébroïcienne.
— Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du détement de l'Eure.
FALAISE. Société académique agricole, industrielle et d'instruction.
FOIX. Société d'agriculture et des arts de l'Arriège.
GAND. Société royale des beaux-arts, belles-lettres, agriculture et botanique.
GENÈVE. Société de physique et d'histoire naturelle.

GRENOBLE. Société d'agriculture de l'arrondissement.

IÉNA. Société de minéralogie.

LIÉGE. Société libre d'émulation et d'encouragement pour les sciences et les arts.

LILLE. Société d'horticulture.

LONDRES. Société anglaise d'agriculture.

— Société entomologique.

— Société géologique.

LONS-LE-SAULNIER. Société d'émulation du département du Jura.

LYON. Académie royale des sciences, belles-lettres et arts.

— Société royale d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles.

MACON. Société d'agriculture, sciences et belles-lettres.

MANS (le). Société royale d'agriculture, sciences et arts.

MARSEILLE. Académie des sciences, belles-lettres et arts.

MEAUX. Société d'agriculture, sciences et arts.

METZ. Académie royale des sciences.

— Société des sciences médicales.

MILAN. Institut impérial et royal des sciences, des lettres et arts.

MONTAUBAN. Société des sciences, agriculture et belles-lettres du département de Tarn-et-Garonne.

MONT-DE-MARSAN. Société économique d'agriculture, commerce, arts et manufactures du département des Landes.

MORLAIX. Société vétérinaire du département du Finistère.

MOSCOU. Société impériale d'économie rurale.

MULHOUSE. Société industrielle.

MUNICH. Académie royale des sciences de Bavière.

NANCY. Société centrale d'agriculture.

— Société royale des sciences, belles-lettres et arts.

NANTES. Société royale académique du département de la Loire-Inférieure.

NIMES. Académie royale du Gard.

PARIS. Athénée des arts.

— Institut de France (Académie française).

PARIS. Société de géographie.
— Société de la morale chrétienne.
— Société d'encouragement pour l'industrie nationale.
— Société du département du Nord.
— Société française de statistique universelle.
— Société géologique de France.
— Société libre des beaux-arts.
— Société linnéenne.
— Société philomatique.
— Société royale des antiquaires de France.
— Société royale d'horticulture.
— Société royale et centrale d'agriculture.
— Société séricicole.

PHILADELPHIE. Société philosophique américaine pour le progrès des connaissances usuelles.

POITIERS. Société académique d'agriculture, belles-lettres, sciences et arts.

RENNES. Société des sciences et arts.

RHODEZ. Société d'agriculture et des négociants du département de l'Aveyron.

ROCHEFORT. Société d'agriculture, sciences et belles-lettres.

ROUEN. Académie royale des sciences, belles-lettres et arts.
— Société libre d'émulation.

SAINT-ETIENNE. Société industrielle de l'arrondissement (agriculture, sciences, arts et commerce).

SAINT-OMER. Société d'agriculture.

SAINT-PÉTERSBOURG. Académie impériale des sciences.

SAINT-QUENTIN. Société des sciences, arts, belles-lettres et agriculture.
— Société industrielle et commerciale.

STRASBOURG. Société des sciences, agriculture et arts du Bas-Rhin.

TOULOUSE. Académie des jeux floraux.
— Académie royale des sciences, inscriptions et belles-lettres.

TOULOUSE. Société des antiquaires du midi de la France.

— Société royale d'agriculture du département de la Haute-Garonne.

TOURS. Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire.

TROYES. Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube.

TURIN. Académie royale.

VALENCE. Société départementale d'agriculture de la Drôme.

— Société de statistique, des arts utiles et des sciences naturelles du département de la Drôme.

VALENCIENNES. Société d'agriculture, des sciences et des arts.

VERSAILLES. Société des sciences naturelles de Seine-et-Oise.

— Société royale d'agriculture et des arts du département de Seine-et-Oise.

OUVRAGES IMPRIMÉS OFFERTS A LA SOCIÉTÉ,

1.° PAR SES MEMBRES RÉSIDANTS.

MM.

DELERUE. Lille avant, pendant et après 1792, poème. Br. in-8.°

LE GLAY (le docteur). Essai sur les négociations diplomatiques entre la France et l'Autriche durant les trente premières années du XVI.° siècle. Br. in-4.°

MACQUART. Extrait des annales de la société entomologique de France, 3.° trimestre 1844. — Notice sur les différences sexuelles des diptères du genre *dolichopus*, tirées des nervures des ailes.

VERA. Problème de la certitude. Br. in-8.° 1845. — Platonis, Aristotelis et Hegelii de medio termino doctrina. Quœstio philosophica in Academiâ Parisiensi disputata. Br. in-8.° 1845.

2.° PAR SES MEMBRES CORRESPONDANTS.

MM.

BAILLY DE MERLIEUX. Compte-rendu des travaux de la société d'horticulture de Paris. 1845.

BERKELEY. Notices of British Fungi. Decades of Fungi. Description of Fungi, etc.

BOUILLET (J.). Tablettes historiques de l'Auvergne.

BRAVAIS. Analyse mathématique sur les probabilités des erreurs de situation d'un point. — Mémoire sur le mouvement propre du système solaire dans l'espace. — Sur les lignes de l'ancien niveau de la mer dans le Finmarck. - Observations faites dans les Alpes sur la température d'ébullition de l'eau. — Voyage en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroë. — Magnétisme terrestre; considérations préliminaires. — Voyage en Scandinavie, etc. Variations de la déclinaison magnétique observées avec le magnetomètre.

MM.

CLÉMENT, née HÉMERY (M.me veuve). Histoire des fêtes civiles et religieuses de la Flandre. Livraisons 1 à 9 inclusivement.

COMTE. Notice sur l'histoire, etc. de l'industrie du fer dans le département du Nord.

DE BRÉBISSON. Description de deux genres d'algues pluviatiles.

DE LA RIVE. Notice sur la vie et les ouvrages de A.-P. De Candolle.— Discours prononcé à la trentième session de la société helvétique des sciences naturelles réunie à Genève, le 11 août 1845.

DE ROISIN (le baron). La cathédrale de Cologne. notice archéologique. Br. in-8.º 1845. — Traduction de l'allemand et annotation de l'ouvrage intitulé : Les romans en prose des cycles de la Table Ronde et de Charlemagne, par J.-W. Schmidt, inséré dans l'annuaire de Vienne, 1825.

GEOFFROY-SAINT-HILAIRE. Description des collections de Victor Jacquemont. Mammifères et oiseaux. In-folio avec 8 planches.

HUOT. Note sur l'importance des marbrières de France. — Note sur la température, etc. du puits artésien de New-Salz-Werck.

JOBARD. Bulletin du musée de l'Industrie. — Avis à la chambre des pairs de France sur le projet de loi des modèles, dessins et tissus de fabrique. Br. in-8.º 1845.

JULLIEN. Petit code philosophique et moral.

LAIR. Extraits des séances de la société royale d'agriculture et de commerce de Caen, 1842, 1843 et 1844.

LARREY (Hip.). Mémoire sur les plaies pénétrantes de l'abdomen compliquées d'issue de l'épiploon. Br. in-4.º 1845.

LE BIDART DE THUMAIDE. Observations sur la position de l'avant-bras dans le traitement des fractures du radius et du cubitus. Br. in-4.º. — Des améliorations que réclame la législation pharmaceutique belge.

LECOCQ (H.). Traité des plantes fourragères. — De la fécondité naturelle et artificielle des végétaux et de l'hybridation, etc, 1 vol. in-12. 1845.

MM.

LELEWEL (J.). Histoire de la Pologne. 2 vol. avec atlas. — Etudes numismatiques et archéologiques. Types Gaulois et Celtique. — Guillebert de Lannoy et ses voyages en 1413, 1414 et 1421, commentés en français et en polonais. Br. in-8.°

LOISELEUR-DESLONGCHAMPS. Réflexions sur la formation du bois dans les arbres dicotylédones et sur la circulation de leur sève.— Lettre à M. le directeur des annales forestières sur les recherches à faire de quelques arbres de l'Algérie employés par l'industrie romaine, et particulièrement du citus de Pline. — Rapport sur la culture d'une variété de froment dite de Sainte-Hélène. — Considérations sur les sécheresses. — Observations sur la théorie de Van-Mons.

MAIZIÈRE. Mémoire sur les vents alisés. — Second mémoire sur la théorie élémentaire des vents.

MALHERBE (Alfred). La Faune ornithologique de la Sicile. — Du rôle des oiseaux chez les anciens et chez les modernes. — Notice sur quelques espèces de chêne. — Notice sur le papyrus. — Description d'une nouvelle espèce du genre pic de l'Algérie. — Ascension à l'Etna.

MALLET. (Alfred). Sur les incrustations des chaudières à vapeur.

MANGON DE LALANDE. Extrait d'un mémoire sur les coins en bronze. — L'archéologie. Pièce lue dans la séance solennelle de la société d'archéologie d'Avranches, le 22 mai 1844.

MÉRAT (F.-V.). Sur les Salix stipularis et lanceolata de Smith. — Destruction des roses naissantes par un insecte du genre tetraptère. — Mémoire sur la possibilité de cultiver le thé en France.

MOREAU (César). Statistique générale de l'Europe, de l'Asie, etc.—L'Univers maçonnique.

OZANEAUX (G.) Les Romains. Tableau des institutions politiques, sociales et religieuses de la république romaine. 1 vol. in-8.° 1845.

PHILIPPAR. Rapport sur la situation de la société d'horticulture du département de Seine-et-Oise de 1843 à 1844. — Programme des cours de Grignon.—Rapport sur la destruction des insectes nuisibles à l'agriculture.

MM.

POTIEZ-DELEBOIS. Galerie des mollusques, ou catalogue méthodique, descriptif et raisonné des mollusques et coquilles du muséum de Douai. T. 2. in-8.° 1844.

QUETELET. Annales de l'observatoire royal de Bruxelles, publiées aux frais de l'État.

REYNAL. Recherches sur les causes de la cécité. — Un mot sur les causes de la mortalité des chevaux dans la cavalerie française.

SÉON. Hygiène vétérinaire militaire.

TANCHOU. Discussion sur les tumeurs du sein.

TORDEUX (A.-J.). Notice sur des objets trouvés dans une tombe antique au village d'Esne, près Cambrai.

VINCENT. Traité de géométrie, 5.e édition.

VINGTRINIER (P.-M.). Opinion sur la question de la prédominance des causes morales ou physiques dans la production de la folie. —Statistique des maisons de répression; ses conséquences.—Éloge académique du docteur Havet.

VIOLET. Journal des Usines.

3.° PAR DES ÉTRANGERS.

MM.

ALLUAUD (aîné). Mémoire sur le reboisement et la conservation des bois et forêts de la France. Br. in-8.° 1845.

BEAUMONT (Élie de). Rapport sur un mémoire de M. A. Bravais relatif aux lignes d'ancien niveau de la mer dans le Finmarck. Commissaires, MM. Biot, Lionville, et Élie de Beaumont, rapporteur.

CHEVALIER DE SAINT-POL. Débris des opinions démocratiques, littéraires et scientifiques. Br. in-12, 1844.

COLOMBEL. De la grande spergule ou spergule géante d'Allemagne, de sa culture et de sa récolte. 1/4 de feuille. 1845.

CONSIDÉRANT (Victor). Exposition abrégée du système phalanstérien de Fourier.

DANVIN (le docteur). Coup-d'œil sur le monopole et la culture du tabac en France et spécialement dans le Pas-de-Calais. Br. in-8.° 1845.

MM.

ELICE. Osservazioni ed esperienze sull' elettricita. Br. in-8.° Genova. 1844.

FIALIN DE PERSIGNY. De la destination et de l'utilité permanente des pyramides d'Egypte et de Nubie contre les irruptions sablonneuses. Br. in 8.° 1845.

GEORGE, peintre. Galerie de feu S. E. le cardinal Fesch. Catalogue raisonné de cette galerie. 1 vol. in-8.° 2.e et 3.e parties. 1844.

GIRAUDEAU (J.). Précis historique du Poitou.

GOUDEMEZ. Observations soumises à la commission des douanes.

GUILMOT (le docteur). Préservation de la famine.

HERICOURT (Achmet d'). Les siéges d'Arras. Histoire des expéditions militaires dont cette ville et son territoire ont été le théâtre. 1 vol. in-8.° 1845.

JOHANNEAU (Éloi). Lettre à un horticulteur sur l'origine étymologique des noms des plantes *Achimènes* et *Achœmenis*, et du roi de Perse *Achœmènes*.

LAVERAN et MILLON. Mémoire sur le passage de quelques médicaments dans l'économie animale, et sur les modifications qu'ils subissent.

LUCAS CHAMPONNIÈRE. Statistique du personnel médical en France et dans quelques autres contrées de l'Europe.

LATOUR (Amédée). Rapport sur un plan de réalisation et un projet d'organisation d'un congrès médical, fait au nom d'une commission composée de MM. Moreau, Bataille, Villeneuve, Richelot, Aubert-Roche, Blatin et Amédée Latour, rapporteur. Août 1845.

MAURE (le d.r). Mémoire sur la question des sésames. Br. in-8.° 1844.

MARCHANDIER. Notice sur les nouvelles boîtes de secours.

MONNIER (A.). Notice sur la maladie des pommes de terre, lue en séance de la société centrale de Nancy, le 2 octobre 1845.

NICKLÈS (Napoléon). Traduction du Manuel populaire d'agriculture de J.-A. Schlipf, 1 vol. in-8°. 1844.

PELLISSIER (E.). Lettre à M. Hase, membre de l'Institut, sur les antiquités de la régence de Tunis, 15 mars 1845.

MM.

PESIER (Edmond). Recherches sur les potasses du commerce.

PICHAT (Ch.). Lettre à M. Loiseleur-Deslongchamps sur les semis de blé en ligne et les semis à la volée.

RAINNEVILLE (De). Mendicité. Extrait du bulletin du comice agricole. Manuel de la petite culture.

ROBERT (J.-A.). Notes sur sa demande à la commission de la chambre des députés chargée de l'examen du projet de loi concernant les eaux-de-vie. 1845.

ROMANET (le vicomte). Le sésame considéré sous les points de vue maritime, commercial, agricole et industriel. 1845. — De la protection en matière d'industrie et des réformes de sir Robert Peel. 1845.

ROSBROCK (De). De l'ophtalmie.

TALMA (A.F.). De la structure des dents, de l'action pernicieuse exercée par le mercure sur ces organes, etc. 1845.

TOCQUEVILLE (le baron de). Du régime des cours d'eau. Rapport fait au nom de la commission chargée par le congrès de St-Quentin, etc.

VROLIK (G.). Waaremingen en proeven over de olangs Geheerscht hebbende ziekte der aardappelen. 1845.

VIGNERON (le docteur). Semoir en lignes à la charrue, ou labourage et semailles simultanées. 1844.

ANONYMES. Essai historique sur les Monts-de-Piété, dédié à la société royale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille. Août 1845. Br. in-8.o

— Annuaire des cinq départements de l'ancienne Normandie, 11.e année, vol. in-8.o 1844.

— Bulletin statistique sur les houblonnières de l'arrondissement de Toul. 1845.

— La Marque ou la Mort : Pamphlet. Br. in-8.o Bruxelles, 1845.

— Congrès des agriculteurs du nord de la France. 1.re session tenue à St.-Quentin, du 20 au 24 octobre 1844, vol. in-8.o

4.° PAR LES SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES.

AMIENS. Société des Antiquaires de Picardie -- Bulletins de ses travaux, année 1844, N.° 4; 1845, N.os 1, 2 et 3.

ANGERS. Société industrielle du département de Maine-et-Loir. — Bulletin N°. 6, 15.e année.

BESANÇON. Société d'agriculture du Doubs. —Mémoires, année 1844.

BORDEAUX. Académie royale des sciences, belles-lettres et arts. — Séance publique du 4 décembre 1845.

BOURGES. Société d'agriculture du département du Cher. — N.os 33, 34 et 35.

BRUXELLES. Académie royale des sciences. — Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers. Tom. XVI, XVII, années 1843 et 1844. — Nouveaux mémoires. tom. XVII et XVIII, 1844 et 1845. — Bulletins des séances d'octobre 1843 à juin 1845. — Annuaire, 10.e et 11.e année, 1844 et 1845. — Annales de l'observatoire royal de Bruxelles. Tom. 3, 1844 et tom. 4, 1845.

CAEN. Société d'agriculture et de commerce. — Rapport sur le concours départemental d'agriculture qui a eu lieu à Caen le 13 octobre 1844. — Concours de labourage dans les cantons Est et Ouest de Caen. — Prix de moralité et de bonne conduite, septembre 1844. — Séances des 14 mars et 16 mai 1845.

CHALONS-SUR-MARNE. Société d'agriculture, commerce, sciences et arts du département de la Marne. — Bulletin des 2.e et 3.e trimestres 1845.

CHARTRES. Société du département d'Eure-et-Loir. — Bulletin N.° 1, 1845.

CHATEAUROUX. Société d'agriculture du département de l'Indre. — Ephémerides, années 1844 et 1845.

CHAUMONT. Société d'agriculture, arts et commerce du département de la Haute-Marne. —Bulletins de ses travaux, N.os 19, 20, 21 et 22, année 1845.

COMPIÈGNE. Société d'agriculture de l'arrondissement. — L'Agronome praticien, année 1845.

DOUAI. Société royale d'agriculture, sciences et arts. — Mémoires, années 1843 et 1844. — Compte-rendu de sa séance extraordinaire du 2 novembre 1845.

GAND. Société royale des beaux-arts, belles-lettres, agriculture et botanique. — Annales, années 1844 et 1845, 2.e, 3.e. 4.e et 5.e livraisons.

GRENOBLE. Société d'agriculture de l'arrondissement. — Compte-rendu de ses travaux, année 1844. — Almanach agricole pour 1845.

LILLE. Société d'horticulture du Nord. — Annales, année 1844.

LYON Société royale d'agriculture. — Histoire naturelle et arts utiles. — Annales, tom. VII, année 1844.

— Académie royale des sciences, belles-lettres et arts. — Mémoires.

MEAUX. Société d'agriculture, sciences et arts. — Publications de mai 1842 à mai 1843.

METZ. Académie royale des sciences. — Mémoires des années 1843 et 1844.

MULHOUSE. Société industrielle de Mulhouse. — Bulletins N.os 89, 90 et 91.

NANTES. Société académique du département de la Loire-Inférieure. — Journal de la section de médecine, 10.e année, 21.e volume, 100.e et 101.e livraisons. — Annales scientifiques, littéraires et industrielles, juillet, août, septembre et octobre 1845.

PARIS. Athéné des arts. — Procès-verbaux des 117.e, 118.e et 119.e séances publiques.

— Société royale des antiquaires de France. — Mémoires, nouvelle série, tom. 7, 1844.

— Société royale d'horticulture. — Annales, année 1845. — Compte-rendu de ses travaux depuis l'exposition de 1844.

— Société royale et centrale d'agriculture. — Bulletins de ses séances, année 1845. — Compte-rendu mensuel.

— Société séricicole. Annales, 8.e vol. -- Extrait du compte-rendu de ses travaux, année 1844. — Séance générale du 21 décembre de la même année.

PHILADELPHIE. Société philosophique américaine. — Transactions of the American philosophical society held at Philadelphia, etc., vol. IX, partie I, 1844. — The Journal of the royal agricultural society of England, part. II, vol. in-8.° 1845.

— American philosophical society. — Celebration of the hundreth anniversary. May, 25, 1843. — Proceedings of theAmerican philosophical society, 3 N.°. — Transactions of the American philosophical society, vol. I à VII. New series, 1818 à 1841. — Report of the seleet committee of house of the representatives, etc., vol. in-8.°, Washington, 1827. — Account of the proceedings on Laying, the corner stone of the Girard college for Orphans,etc. Br. in-8.° Philadelphia,1833.—Discours on the objects and importance of the national institution. Br. in-8.° Washington 1841. — Proceedings of the American philosophical society. B. in-8.° April-june, 1844.

ROUEN. Académie royale des sciences, belles-lettres et arts. — Précis analytique de ses travaux pendant l'année 1844.

St.-PÉTERSBOURG. Académie impériale des sciences. — 1.° Sciences politiques, histoire, philologie, VI.e série, tome V, 3.e et 6.e livraisons. — 2.° Sciences mathématiques, physiques et naturelles, VI.e série, tome IV, 6.e livraison. — 3.° Mémoires présentés à l'académie par divers savants et lus dans ses assemblées. Tome IV, 6.e livraison. — 4.° Compte-rendu de sa séance publique tenue le 29 décembre 1844.

5.° PAR DES SOCIÉTÉS NON CORRESPONDANTES.

ARRAS. Bulletin agricole de la société centrale départementale du Pas-de-Calais. N.° 12.

BAILLEUL. Société d'agriculture. — Délibération, année 1843.

BEZIERS. Société archéologique. — Séance publique du 1.er mai 1844. Programme du concours en 1845, — Séance publique du 1.er mai 1845. — Programme du concours en 1846.

Journal d'agriculture pratique, de jardinage et économie domestique

BLOIS. Bulletin trimestriel de la société d'agriculture de Loire et-Cher, N.° 6, juillet, août, septembre 1844 ; N.° 8, janvier, février et mars 1845.

BRUXELLES. Société royale de Flore, mars 1845. — 47.e exposition publique, juin 1845.

CAEN. Mémoires de la société vétérinaire des départements du Calvados et de la Manche, 14.e année, 1842-1843, N.° 10.

CHALONS-SUR-SAONE. Journal de la société d'agriculture, 1.re année, N.° 1, janvier 1844.

LAON. Annales agricoles du département de l'Aisne, 15.e livraison, 1842.

CLERMONT-FERRAND. Bulletin agricole du Puy-de-Dôme, octobre et novembre 1845.

LIMOGES. Bulletin de la société d'agriculture.

St.-POL. Société centrale de l'arrondissement. — Rapport sur l'introduction du sésame en France. 1845.

TOURNAI. Société royale d'agriculture et d'horticulture. — Catalogue de la 54.e exposition publique des 14, 15 et 16 septembre 1845.

MANUSCRITS ADRESSÉS A LA SOCIÉTÉ,

1.° PAR SES MEMBRES.

MM.

BARRÉ. Mémoire sur les surface, volume et poids du globe terrestre, etc.

BIDARD. Mémoire sur la position de l'avant-bras, dans la fracture du radius et du cubitus.

BOLLAERT. Avant-projet du canal de la Rhonelle, comprenant une statistique industrielle de l'arrondissement d'Avesnes, destiné à joindre la Sambre, au hief d'Hachette, à l'Escaut, aux abords de Valenciennes.

CALOINE. De l'originalité en architecture.

MM.

DAVAINE. Projet du chemin de fer de Paris à la frontière de Belgique, avec carte, 2.e section. — Mémoire sur un tableau servant à obtenir sans difficulté de calculs et sans dessins, les cubatures des déblais et remblais, et par suite, les évaluer lorsqu'on dresse le devis des travaux à exécuter pour les chemins de fer.

DE CONTENCIN. Notice sur l'architecture graco-romano, et sur l'époque de la construction des arcs de triomphe d'Orange, de Carpentras et de Cavaillon.

DELERUE. Mémoire sur la misère de la classe ouvrière, et sur les moyens d'y remédier. — La défense de Lille en 1792. Poëme en cinq époques.

DERODE. Notice sur une huile dite de tram, dont l'introduction s'opérait sur le marché de Lille il y a environ 250 ans. — Dessins représentant le parenchyme des pommes de terre atteintes de la carie sèche et humide.

DESMAZIÈRES. Nouvelle notice sur quelques plantes cryptogames récemment découvertes en France.

DOURLEN. Notes sur une opération de trachiotomie qu'il a pratiquée avec succès sur une fille de cinq ans et demi atteinte de dipthorite laryngienne (Croup.)

HILAIRE DE NÉVILLE. Quelques réflexions sur l'utilité morale d'inhumer dans les églises.

KUHLMANN. Résumé d'expériences faites pour examiner les conditions de l'application du vide à diverses opérations manufacturières, notamment à la distillation des alcools et des essences, et à la concentration de l'acide sulfurique.

LEBLEU. Mémoire sur une opération césarienne.

LEFEBVRE (J.). Mémoire sur la question linière et sur les besoins de la culture du lin. — Mémoire sur la maladie des pommes de terre.

LEGRAND. Notice nécrologique sur M. Cogez, de Thumeries, membre correspondant de la Société. — *Le Bourgeois de Lille au Conseil municipal.* — Notes sur la bataille de Bouvines.

MM.

LÉON DUFOUR. Mémoire sur l'Eumerus œneus.

LOISET. Mémoire sur l'établissement de courses hippiques à Lille. — Mémoire sur l'épizootie de la race bovine et sur les moyens de la combattre.

MARCEL DE SERRES. Dessin du bassin immergé de Canelles. — Notes sur l'âge de certains dépôts coquilliers des bassins immergés comparés aux dépôts coquilliers historiques. — De la cosmogonie de Moïse, comparée aux faits géologiques. — Notes géologiques sur la Provence, avec planches.

MUTEL. Observations critiques sur plusieurs plantes de la Flore française.

TESTELIN. Notice sur une rétroversion de l'*utérus*.

VERA. Mémoire sur la *logique d'Hegel*.

2.° PAR DES ÉTRANGERS.

GUILMOT. Mémoire sur les céréales, et moyens de prévenir la famine.

MEUGY, médecin à Rethel. Mémoire sur un cas exceptionnel de nevrode.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

CUVELIER. Dessin représentant les sept diacres, d'après le tableau de Laurent de Lahire, exécuté en 1781 par M. J.-B. Wicar.

LILLE (ADMINISTRATION MUNICIPALE DE) Médaille en vermeil représentant d'un côté le portrait, de l'autre l'écusson de Monseigneur de Belmas, dernier évêque de Cambrai (1). — Gravure de Masquelier, peintre, d'après le tableau de Wicar, représentant la Piété filiale. — Trois médailles dont une en or, une en argent et une en bronze, frappées à l'occasion de la fête inaugurale du monument commémoratif de la défense de Lille en 1792.

(1) Cette médaille a été offerte à la ville par la mère du prélat.

MM.

LOISET. Fossile fungiforme. — Anévrisme de l'aorte particulière d'un cheval. — Phalange de sanglier contenant à l'intérieur une chevrotine qui y a séjourné un certain temps sans amener la mort. — Monstre mylocéphale provenant de l'espèce bovine.

MICHAUX. Deux caisses de coquillages.

KUHLMANN. 1.° Fragments de graphite artificielle trouvés dans une démolition d'un haut-fourneau ; 2.° fragment de sulfate de chaux cristallisé produit dans une manufacture de l'Angleterre. Ce dépôt cristallisé a eu lieu dans une cuve servant à passer à l'acide des toiles imprégnées de chlorure de chaux ; il est entièrement semblable à l'albâtre et reçoit, comme lui, le poli ; 3.° Une substance filamenteuse connue en Chine sous le nom de Mau, se rapprochant du lin et de la soie ; 4.° échantillon de carbonate de chaux cristallisé artificiel, formé dans une chaudière à vapeur.

TESTELIN. 1.° Fragment d'os provenant d'une vache tuée en 1830 et dont le squelette était coloré en rose vif ; 2.° des calculs biliaires de volume, de forme et de couleur différents, extraits de la vessicule de l'homme ; 3.° une mamelle squirrheuse ayant subi la transformation osseuse extérieurement et cartilagineuse intérieurement. La chienne sur qui cette tumeur a été extirpée est morte deux ans après d'un cancer aux mamelles ; 4.° un fœtus humain de huit centimètres environ de longueur, offrant dans le milieu un noyau à couches concentriques. — Trois pièces d'anatomie pathologique sur une introversion complète de l'utérus. — Un foyer apophétique au 30.e jour en voie de guérison.

THOUVENIN. Squelette d'un poulet monstre à quatre pattes.

OUVRAGES ENVOYÉS PAR LE GOUVERNEMENT.

Journal des Haras.

Annales des Haras.

Avis aux cultivateurs. Altération de la pomme de terre. Br. in-8.° 1845.

Description des machines et procédés, etc., tomes 47 à 56 inclusivement.

Catalogue des brevets d'invention délivrés du 1.er janvier 1828 au 31 décembre 1842; du 1.er janvier au 31 décembre 1843 ; du 1.er janvier au 31 décembre 1844.

Statistique de la France. Administration publique. Suite.

Journal d'agriculture pratique et de jardinage.

Le Cultivateur, journal des progrès agricoles.

Le Propagateur de l'industrie de la soie en France.

ABONNEMENTS.

Annuaire statistique du département du Nord.

Archives historiques et littéraires de la France.

L'Institut, 1.re et 2.e sections, journal universel des Siences et des sociétés en France et à l'étranger.

Moniteur de la propriété.

Plantes cryptogames de France, par M. Desmazières.

TABLE DES MATIÈRES

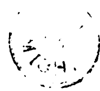
CONTENUES DANS CE VOLUME.

SCIENCES PHYSIQUES ET MATHÉMATIQUES.

HISTOIRE NATURELLE.

AGRICULTURE.

MATIÈRES GÉNÉRALES.

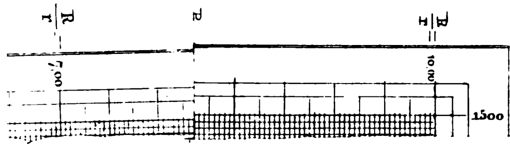




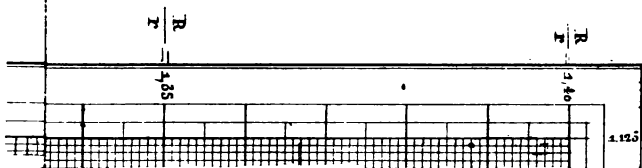



UNIV. OF MICH.




R/r
7,00
10,00
1500


UNIV. OF MICH.


R/r
1,35
R/r
1,40
1.125


UNIV. OF MICH.





4,70

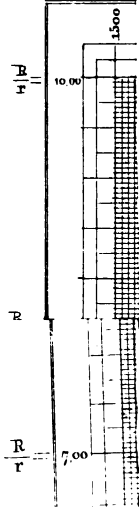



MICH.


UNIV.
OF
MICH.

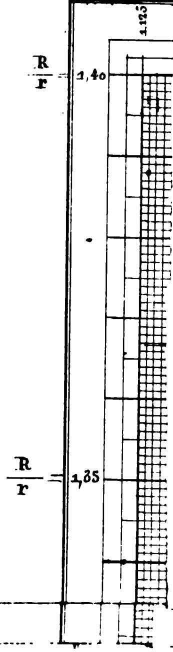



UNIV. OF MICH.


1500
R/r =
10,00
R
R/r =
7,00




UNIV.
OF
MICH.


R/r 1,40
R/r 1,35
1.125


UNIV. OF MICH.




UNIV.
OF
MICH.